

Das R-J Handröntgenstadium als Indikator für abgeschlossenes Kieferwachstum

Eine röntgenkephalometrische Studie

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnheilkunde

des Fachbereichs Humanmedizin

der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

aus

Maria Vydra

Gießen

Gießen 2000

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Abteilung Kieferorthopädie
Leiter: Prof. Dr. Pancherz
des Klinikums der Justus-Liebig-Universität Gießen

Gutachter: Prof. Dr. Pancherz

Gutachter: Prof. Dr. Klingmüller

Tag der Disputation: 27.8.2001

INHALT

1	Einleitung	5
2	Ziel	10
3	Probanden und Material	11
4	Methode	13
4.1	Kephalometrie	13
4.2	Kephalometrische Referenzpunkte	15
4.3	Kephalometrische Referenzlinien	17
4.4	Messvariablen	19
4.5	Statistische Methoden	23
4.6	Methodenfehler	23
5	Ergebnisse	25
5.1	Sagittale Wachstumsveränderungen von R-IJ bis R-J	26
5.2	Vertikale Wachstumsveränderungen von R-IJ bis R-J	30
5.3	Sagittale / Vertikale Wachstumsveränderungen von R-IJ bis R	34
5.4	Sagittale Wachstumsveränderungen nach R-J	36
5.5	Vertikale Wachstumsveränderungen nach R-J	48
5.6	Sagittale / Vertikale Wachstumsveränderungen nach R-J	64
5.7	Einzelfallergebnisse	68
6	Diskussion	80
6.1	Material	80
6.2	Methode	81
6.3	Methodenfehler	82
6.4	Ergebnisse	83
6.5	Geschlechtsunterschiede	86
6.6	Bedeutung der Ergebnisse für Kieferorthopädie, Kieferchirurgie und Zahnimplantologie	87

7	Schlußfolgerung	89
8	Zusammenfassung	90
8.1	Zusammenfassung	90
8.2	Summary (Zusammenfassung in Englisch)	92
9	Literaturverzeichnis	94
10	Anhang	97

1 EINLEITUNG

In der Kieferorthopädie ist eine Voraussage des noch zu erwartenden Körper- und Kieferwachstums vor allem in folgenden Fällen wichtig:

- Für die Behandlung mit funktionskieferorthopädischen Geräten, da für deren Effektivität das Kieferwachstum eine große Rolle spielt. Die Beeinflussung des Unter- bzw. Oberkieferwachstums kann nur dann erfolgen, wenn noch ausreichendes Wachstum stattfindet. Es ist für diese Behandlung also wichtig zu wissen, in welchem Wachstumsabschnitt sich der Patient befindet.
- Für die Festlegung der Retentionsdauer nach abgeschlossener kieferorthopädischer Behandlung. Um die Gefahr eines Behandlungsrezidivs zu vermeiden, sollten in vielen Fällen Retentionsgeräte bis zum Abschluß des Kieferwachstums Anwendung finden.
- Für die zeitliche Planung einer chirurgisch-kieferorthopädischen Behandlung. Kieferchirurgische Eingriffe, wie zum Beispiel bei Progeniebehandlungen, sollten erst nach Abschluß des Kieferwachstums in Betracht kommen (Schwenzer, Grimm 1981). Findet nämlich nach dem Eingriff weiteres Wachstum statt, kann ein Rezidiv eintreten.

Für die zeitliche Planung von Implantatinserktionen. Bei Nichtanlage oder traumatischem Verlust eines einzelnen Zahnes ist die Versorgung der entstandenen Zahnlücke durch ein Zahnimplantat eine Behandlungsmöglichkeit. Da Zahnimplantate ankylotisch mit dem Kieferknochen verbunden sind, ist es wichtig, daß beim Setzen des Implantates das Kieferwachstum abgeschlossen ist.

Einleitung

Bei zu früher Implantatinserterion entsteht durch weiteres Kieferwachstum eine vertikale Stufe zwischen dem Implantatzahn und seinen Nachbarzähnen. Im Frontzahnggebiet kann schon ein so kleiner Höhenunterschied der Zähne von 0,5mm eine ästhetische Beeinträchtigung bedeuten (Abb.1). Im Seitenzahnggebiet kann die entstandene Stufe ein funktionelles Problem zur Folge haben.

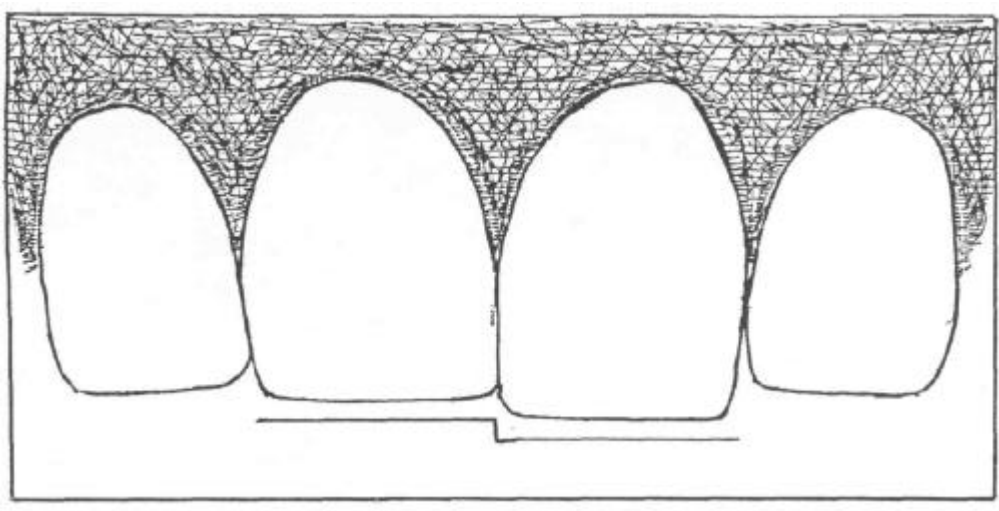


Abb. 1: Schematische Darstellung eines Einzelzahnimplantates eines mittleren oberen Schneidezahnes (11). Bei Insertion des Implantates war das Kieferwachstum noch nicht abgeschlossen war. Der Implantatzahn erscheint kürzer.

Um festzustellen, in welchem Wachstumsstadium sich Patienten zum Zeitpunkt der Behandlung befinden und zudem zeitliche Voraussagen über noch zu erwartendes Kieferwachstum machen zu können, ermittelt man die skelettale Reife.

Einleitung

Zur Bestimmung der skelettalen Reife finden verschiedene Methoden Anwendung. Die gängigste, die auch in dieser Studie verwendet wurde, ist die Analyse des Handröntgenbildes (Hägg, Taranger 1980; Björk 1963; Greulich, Pyle 1959). Andere Methoden sind die Sonographie der Hand (Boßhammer-Junk 1998; Wagner et al. 1995) und die Analyse der Halswirbel (Hassel, Farmann 1995) oder der Stirnhöhle (Ruf, Pancherz 1992) im Fernröntgenseitenbild.

Soll die skelettale Reife mit Hilfe des Handröntgenbildes ermittelt werden, werden bestimmte anatomische Strukturen untersucht (Björk 1963, Kaminek 1980, Greulich, Pyle 1959). Die in der Kieferorthopädischen Abteilung der Justus-Liebig-Universität Gießen und in dieser Untersuchung verwendete Handröntgenanalyse nach Hägg und Taranger (1980) beruht auf der Betrachtung des medialen Phalanx des Mittelfingers (MP3) und des Radius (R). Der Übersicht halber werden im folgenden sämtliche Wachstumsstadien von MP3 und R beschrieben, auch wenn lediglich die Radiusstadien bei der Beurteilung der Abschlussphase des Körper- und Kieferwachstums von Bedeutung sind.

Wachstumsstadien von MP3 (Abb. 2)

MP3-E: Die Epiphyse ist schmaler als die Diaphyse.

MP3-F: Die Epiphyse hat die gleiche Breite wie die Diaphyse.

MP3-FG: Die Epiphyse hat die gleiche Breite wie die Diaphyse und bildet mit ihrem medialen und/oder lateralen Rand eine rechtwinklige Abgrenzung zur distalen Epiphysenfläche.

MP3-G: Die Seitenflächen der Epiphyse haben sich verdickt und umkapseln die Diaphyse.

Einleitung

MP3-H: Beginn der knöchernen Vereinigung zwischen Epiphyse und Diaphyse.

MP3-I: Vollständige knöcherne Vereinigung der Epiphyse und Diaphyse.

Wachstumsstadien von R (Abb. 2)

R-I: Beginnende Verknöcherung zwischen Epiphyse und Diaphyse des Radius.

R-IJ: Die Verknöcherung ist fast abgeschlossen, es besteht jedoch noch eine kleine Einkerbung an einer oder an beiden Seiten.

R-J: Vollständige knöcherne Vereinigung der Epiphyse und Diaphyse des Radius.

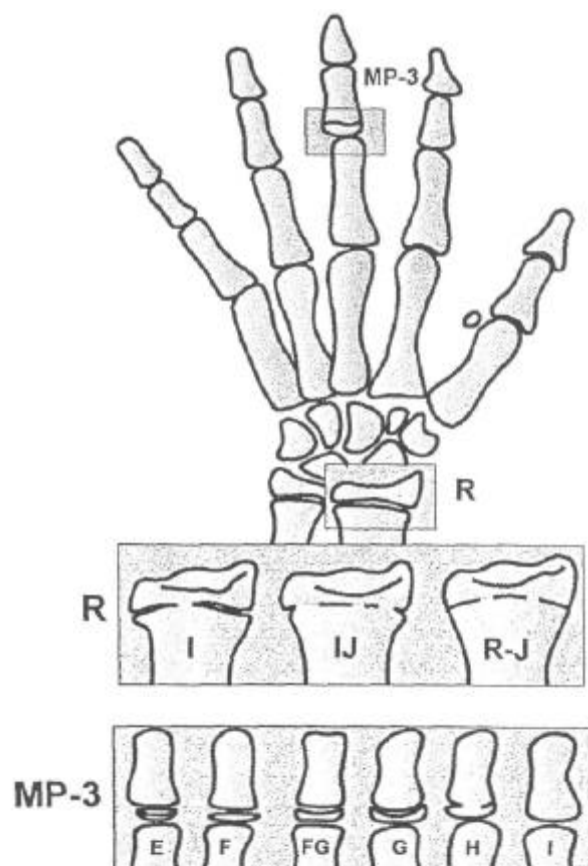


Abb. 2: Wachstumsstadien des medialen Phalanx des Mittelfingers MP3 und des Radius R.

Einleitung

Der Bezug der einzelnen Handröntgenstadien zur Körperwachstumskurve wird in Abb.3 dargestellt. Im Stadium MP3-E beginnt der pubertäre Wachstumschub, zwischen den Stadien MP3-FG und MP3-G hat er seinen Höhepunkt erreicht und mit dem Stadium R-J ist das Körperwachstum abgeschlossen.

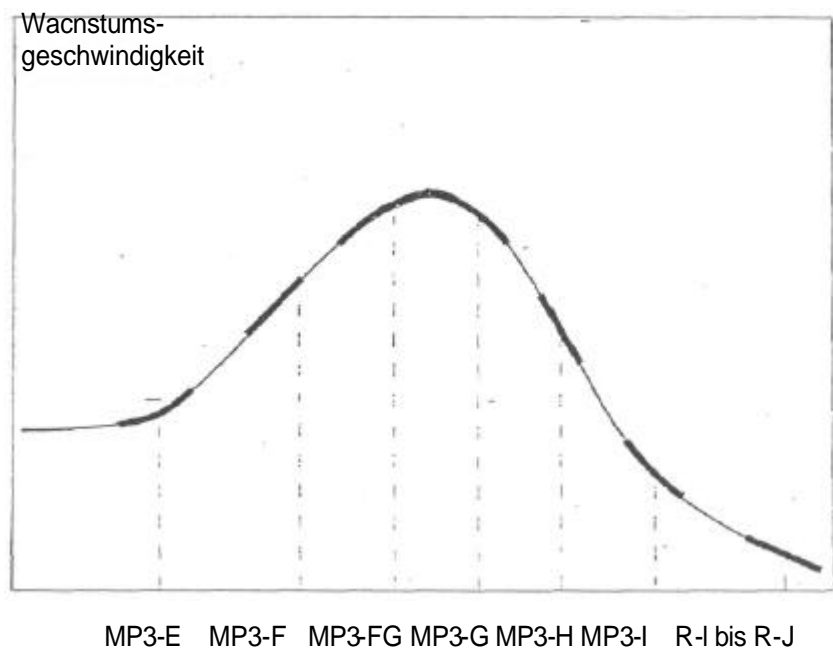


Abb. 3: Verhältnis der einzelnen Handröntgenstadien zur Körperwachstumskurve (Geschwindigkeitskurve) während der Adoleszenzperiode.

Ein abgeschlossenes Kieferwachstum wird im allgemeinen durch das Handröntgenstadium R-J definiert. Es gibt jedoch Hinweise dafür, daß nach Eintreten des R-J-Stadiums noch weiteres Kieferwachstum stattfindet. Systematische wissenschaftliche Untersuchungen liegen jedoch zur Zeit noch nicht vor.

2 ZIEL

Ziel der vorliegenden Arbeit war es festzustellen, ob nach dem Eintreten des Handröntgenstadiums R-J noch sagittales oder vertikales, basales und dentoalveoläres Kieferwachstum stattfindet.

Im einzelnen sollte die Untersuchung folgende Fragen beantworten:

Ist das Ausmaß des Kieferwachstums nach Eintreten des Stadiums R-J, wenn überhaupt vorhanden, so groß, daß es eine praktische Bedeutung für Kieferorthopädie, Kieferchirurgie oder Implantologie hat?

Lassen sich Geschlechtsunterschiede erkennen?

Ist das Handröntgenstadium R-J als Indikator für abgeschlossenes Kieferwachstum weiterhin geeignet?

3 PROBANDEN UND MATERIAL

Aus dem Patientengut der kieferorthopädischen Abteilung in Malmö / Schweden wurden Probanden ausgewählt, deren Behandlung (Herbst-Apparatur) seit mindestens drei Jahren abgeschlossen war. Nur diejenigen Probanden wurden untersucht, bei welchen mindestens folgende Befundunterlagen vorlagen:

1. ein zeitgleiches Fernröntgenseitenbild des Kopfes (FRS) und ein Handröntgenbild im Handröntgenstadium R-IJ,
2. ein zeitgleiches FRS und ein Handröntgenbild im Handröntgenstadium R-J, ein Jahr nach R-IJ,
3. ein weiteres FRS mindestens ein Jahr nach dem R-J Bild.

Die Beurteilung der Stadien R-IJ und R-J der Handröntgenbilder erfolgte von zwei Untersuchern (der Verfasserin und dem Betreuer der Arbeit) unabhängig voneinander. Nach Auswahl der Handröntgenbilder wurden die entsprechenden FRS den Handröntgenbildern zugeordnet.

Nach diesen Bedingungen ausgewählt, ergab sich eine Gruppe von 56 Probanden, davon 25 weiblich (44,6%) und 31 männlich (55,4%).

Die Altersverteilung der Probanden zum ersten Zeitpunkt des R-J Stadiums geht aus Abb. 4 hervor. Die Verteilung der vorhandenen FRS zu den verschiedenen Zeitpunkten ist in Tab. 1 dargestellt.

Probanden und Material

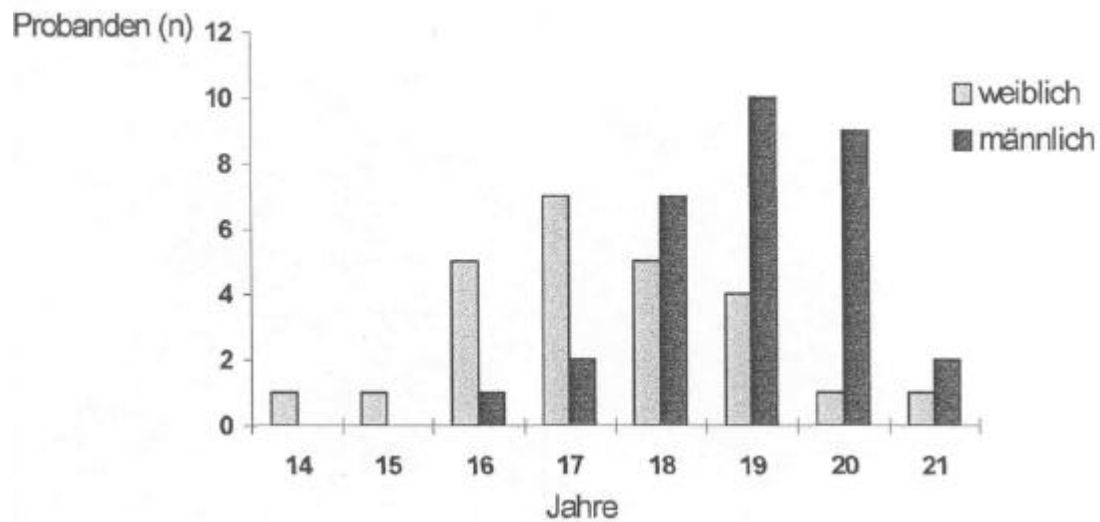


Abb 4: Altersverteilung der 56 untersuchten Probanden (25 weibliche und 31 männliche) im Handröntgenstadium R-J (ein Jahr nach R-IJ)

Tab. 1: Verteilung der vorhandenen FRS der 56 untersuchten Probanden

Vorhandene FRS	Anzahl		
	Gesamt	Weiblich	Männlich
R-IJ	56	25	31
R-J(=1 Jahr nach R-IJ)	56	25	31
1 Jahr nach R-J	25	9	16
2 Jahre nach R-J	6	3	3
1 und 2 Jahre nach R-J	21	11	10
1 ,2 und 3 Jahre nach R-J	1	1	0
1 ,2 und 4 Jahre nach R-J	2	0	2
1 und 5 Jahre nach R-J	1	1	0

4 METHODE

4.1 Kephalometrie

Von jedem FRS wurde eine Durchzeichnung (Tracing) angefertigt und bestimmte kephalometrische Referenzpunkte und -linien festgelegt. Zur Anfertigung des Tracings wurde eine Durchzeichenfolie mittels Klebestreifen auf dem Röntgenbild befestigt und beides auf einen Lichtkasten gelegt. Die für die Untersuchung erforderlichen Referenzpunkte wurden mit einem Druckbleistift der Stärke 0,3 und der Härte HB markiert. Röntgentechnisch bedingte Doppelkonturen wurden gemittelt. Die Senkrechten wurden mit Hilfe eines Geometriedreiecks ermittelt.

Um den Methodenfehler bei der Definition der Referenzpunkte und beim Durchzeichnen möglichst gering zu halten, wurde jedes FRS zweimal durchgezeichnet und die Ergebnisse der beiden Messungen gemittelt. Es wurde mit einer Genauigkeit von 0,5mm gemessen. Der Mittelwert der beiden Messungen wurde als eigentlicher Meßwert verwendet.

Die Zeitpunkte, zu welchen die FRS aufgenommen wurden, wurden wie folgt benannt:

R-IJ entspricht T-1

R-J entspricht T

Ein Jahr nach R-J entspricht **T+1**

Zwei Jahre nach R-J entspricht **T+2**

Drei Jahre nach R-J entspricht **T+3**

Vier Jahre nach R-J entspricht **T+4**

Fünf Jahre nach R-J entspricht **T+5**

Die Zeitintervalle und die Anzahl der Probanden, die in die Auswertung miteinbezogen wurden, gehen aus Tab. 2 hervor.

Tab.2: Anzahl der Probanden in den untersuchten Zeiträumen.

Untersuchungszeitraum	Probanden		
	Gesamt	Weiblich	Männlich
T-1 bis T	56	25	31
T bis T+1	49	22	27
T+1 bis T+2	24	12	12
T bis T+2	30	15	15

4.2 Kephalometrische Referenzpunkte (Abb. 5)

S: Sella-Punkt:

Mittelpunkt der knöchernen Krypte der Sella turcica.

N: Nasion:

Schnittpunkt der Verlängerungen der anterioren Konturen des Os frontale und des Os nasale.

Ss: Subspinale:

Der tiefste Punkt im Bereich der anterioren Kontur des Processus alveolaris des Oberkiefers.

Sp: Spina nasalis anterior:

Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Spina nasalis anterior.

Ii: Incision inferior:

Die Schneidekante des am weitesten protrudierten unteren mittleren Schneidezahnes.

Is: Incision superior:

Die Schneidekante des am weitesten protrudierten oberen mittleren Schneidezahnes.

Pg: Pogonion:

Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Symphyse des Unterkiefers.

Gn: Gnathion:

Der am weitesten von N entfernt gelegene Punkt der Symphyse des Unterkiefers.

Pgn: Prognathion:

Der am weitesten von S entfernt gelegene Punkt der Symphyse des Unterkiefers.

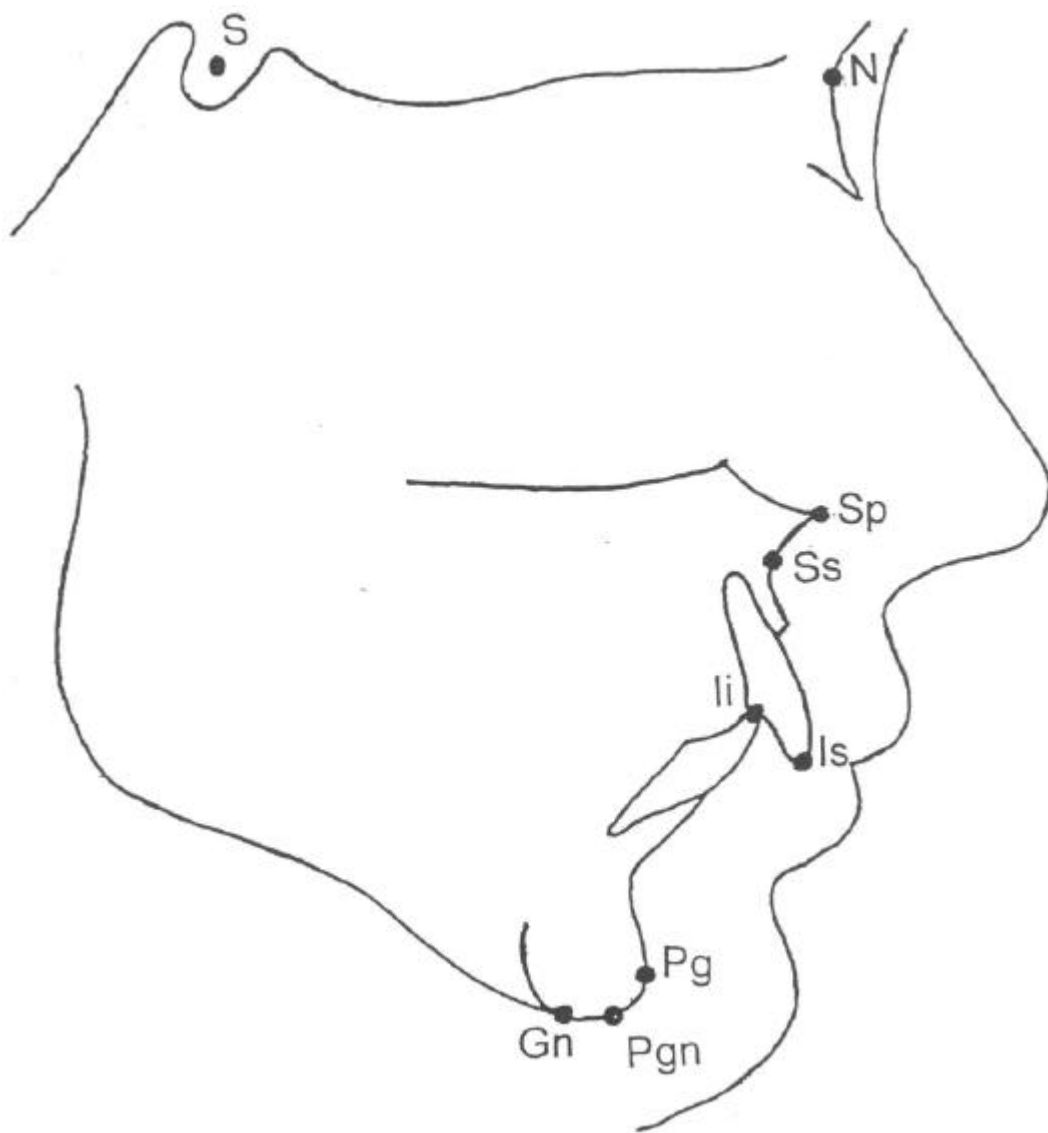


Abb. 5: Kephalemtrische Referenzpunkte

4.3 Kephalometrische Referenzlinien (Abb. 6)

NS: Schädelbasisgrundebene

Gerade durch Sella (S) und Nasion (N).

NS_P: Sellasenkrechte

Senkrechte zu NS, durch Sella (S).

NS_{Mx}: Maxillarebene

Senkrechte zu NS_P (Parallele zu NS), durch den Subspinalpunkt (Ss).

ivid: Mandibularebene

Senkrechte zu NS_P (Parallele zu NS), durch Gnathion (Gn).

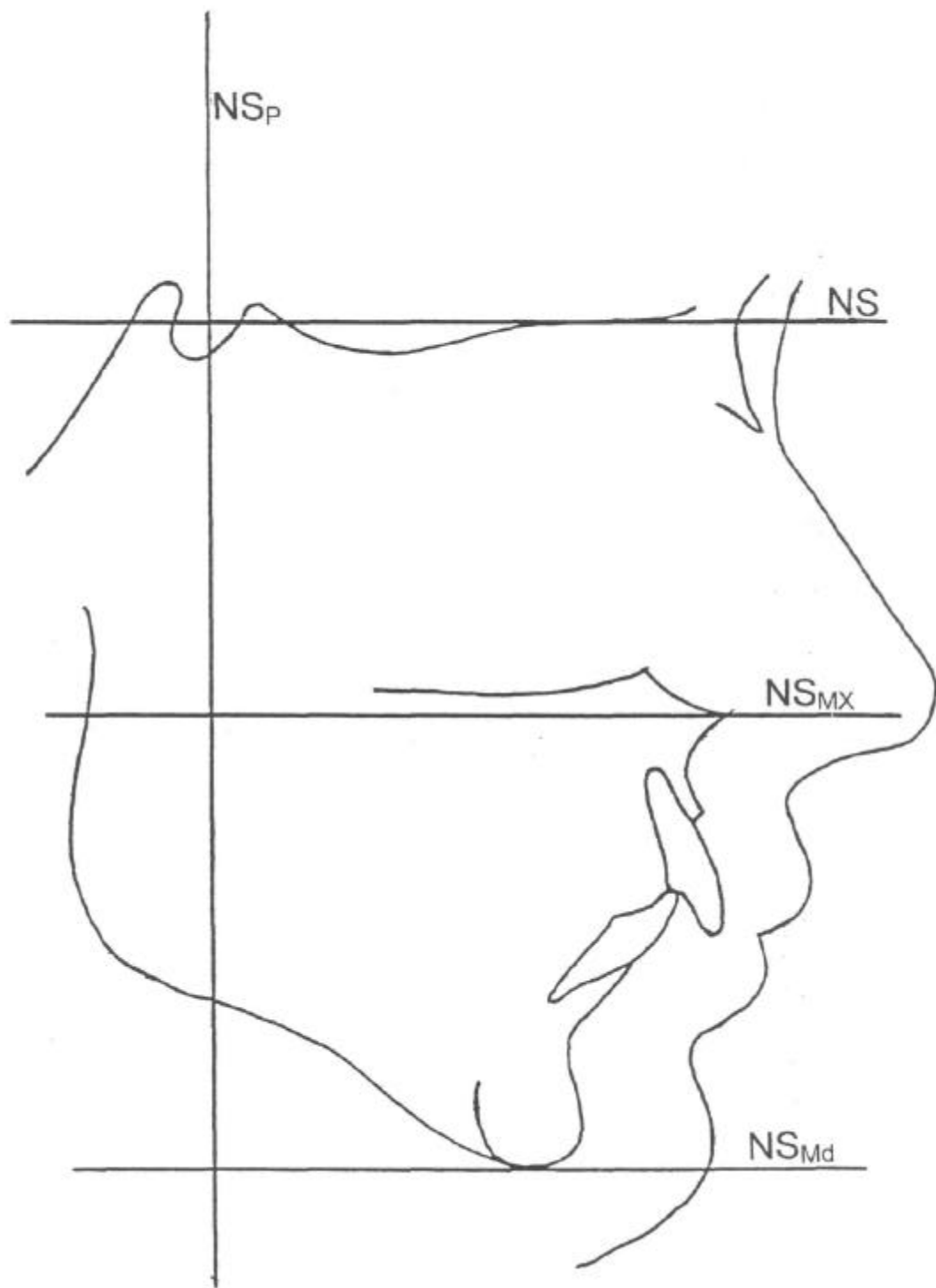


Abb. 6: Kephalometrische Referenzlinien

4.4 Messvariablen

Sagittale Variablen (Abb. 7)

1. N - S: Länge der Schädelbasis

Abstand zwischen den Punkten Nasion (N) und Sella (S).

2. Ss - NSp: Länge der Maxilla - basa!

Abstand zwischen dem Subspinalpunkt (Ss) und der Sellasenkrechten (NS_P).

3. Pg - NSp: Länge der Mandibula - basal

Abstand zwischen Pogonion (Pg) und der Sellasenkrechten (NS_P).

Vertikale Variablen (Abb. 8)

4. NS_{MX} - NSL: Höhe der Maxilla - basal

Abstand zwischen der Linie NS_{wx} und der Schädelbasisgrundebene (NS).

5. NS_{Md} - NSL: Höhe der Mandibula - basal

Abstand zwischen der Linie NS_{Md} und der Schädelbasisgrundebene (NS).

6. Is - NS_{MX}: Höhe der Maxilla - dentoalveolär

Abstand zwischen Incision superior (Is) und der Linie NS_{MX}-

7. li - NS_{Md}: Höhe der Mandibula - dentoalveolär

Abstand zwischen Incision inferior (li) und der Linie NS_{Md}.

Sagittale / Vertikale Variable (Abb. 9)

8. S - Pgn: Diagonale Länge des Schädels

Abstand zwischen den Punkten Sella (S) und Prognathion (Pgn).

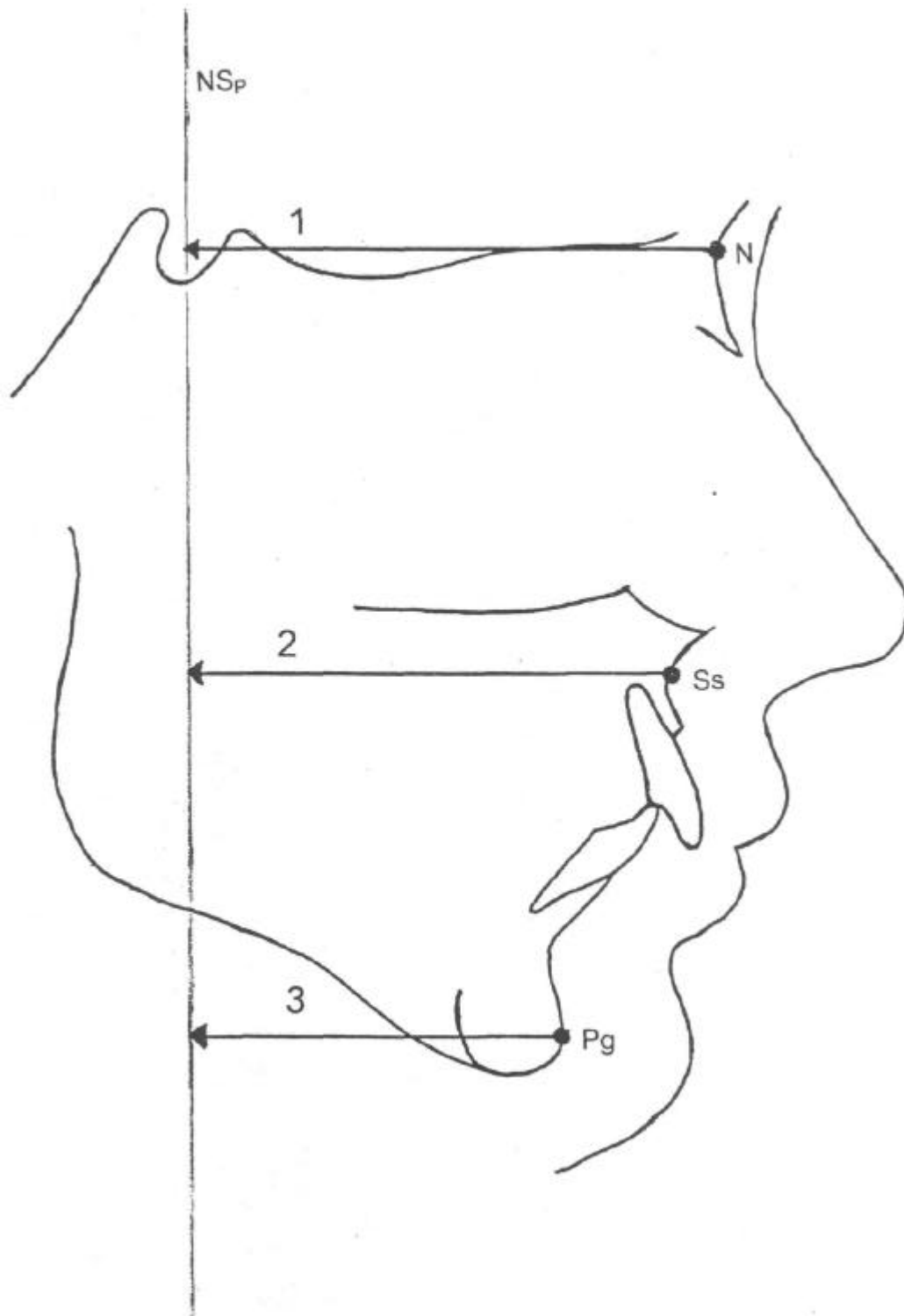


Abb. 7: Darstellung der sagittalen Variablen N-S (1.), Ss- NS_p (2.) und Pg- NS_p (3.)

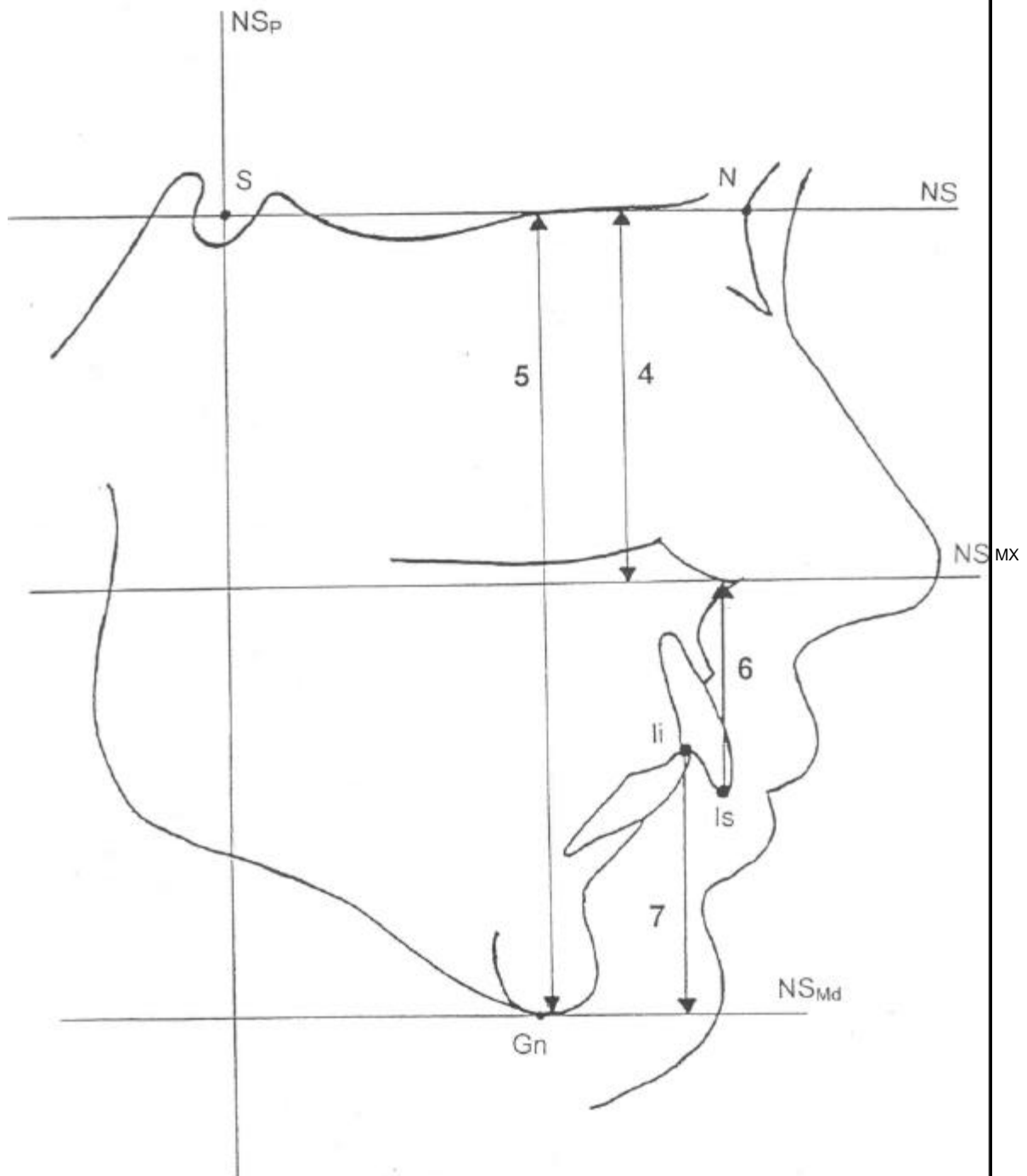


Abb. 8: Darstellung der vertikalen Variablen NS_{MX} -NSL (4.), NS_{Md} -NSL(5.), ls - NS_{MX} (6.) und li - NS_{Md} (7.)

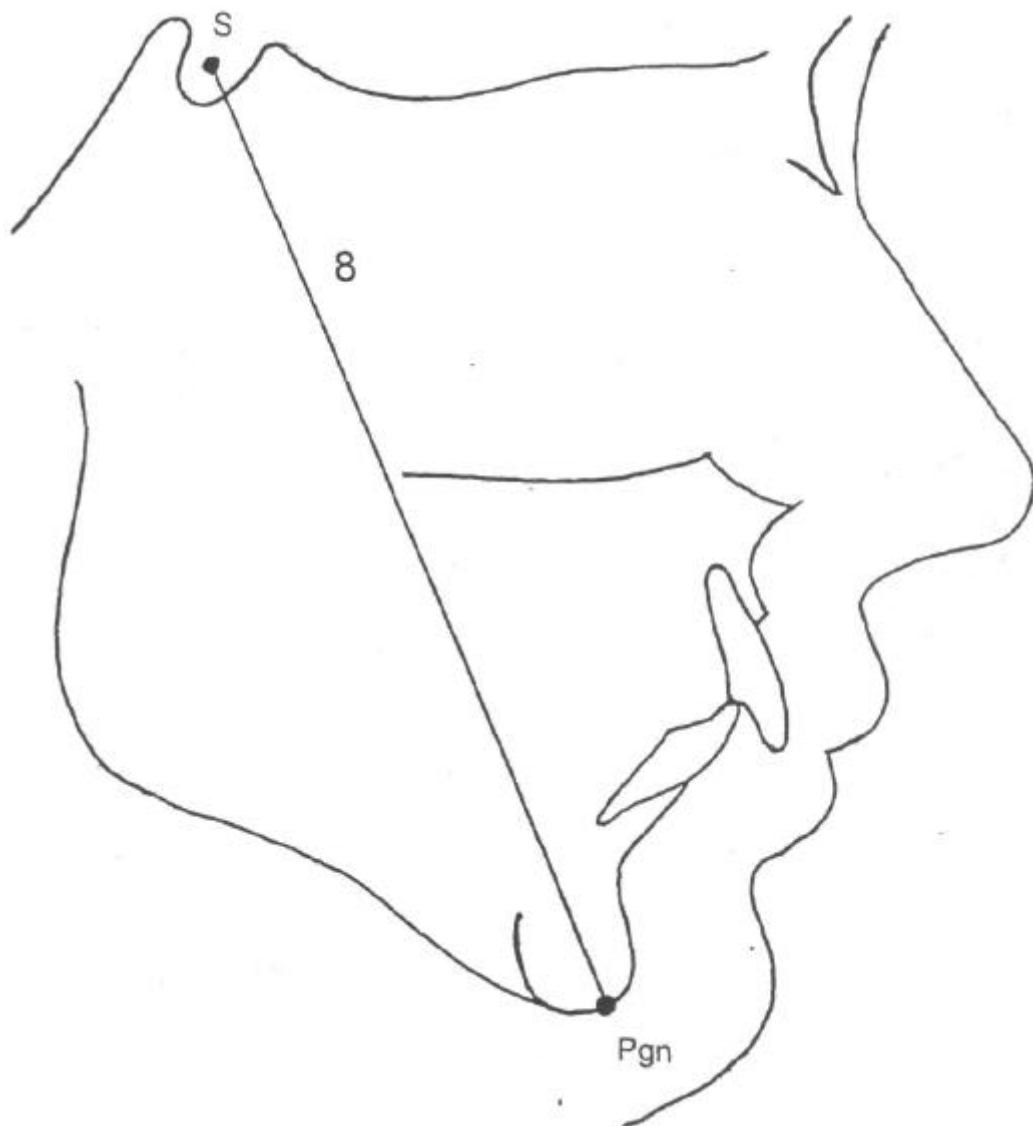


Abb. 9: Darstellung der sagittalen / vertikalen Variablen S-Pgn (8.)

4.5 Statistische Methoden

Die ermittelten individuellen Meßwerte wurden für jede Variable in Form von Säulendiagrammen veranschaulicht, der Methodenfehler (siehe unten) wurde grau unterlegt eingezeichnet.

Die Einzelergebnisse von vier ausgewählten Probanden, bei denen Unterlagen bis zum Zeitpunkt T+3 vorlagen, wurden für jede Variable in Form von Liniendiagrammen dargestellt.

4.6 Methodenfehler

Als Fehlerquelle der FRS- Analyse war die Definition der Referenzpunkte und -linien, sowie das Durchzeichnen und Ausmessen der Röntgenbilder zu berücksichtigen. Zur Ermittlung des Methodenfehlers nach zweimaliger Auswertung wurde folgende Formel verwendet (Dahlberg, 1940):

$$MF = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

MF = Methodenfehler

d = Differenz der beiden Meßwerte

n = Anzahl der Doppelauswertungen (n=56)

Tab. 2: Methodenfehlerauswertung nach Doppelauswertung von 56 FRS
zum Zeitpunkt T

Variable	Methodenfehler(mm)
N - S	0,37
Ss - NS _P	0,66
Pg - NS _P	0,85
NS _{MX} - NSL	0,73
NS _{Md} -NSL	1,24
Is - NSwix	0,50
li - NS _{Md}	0,98
S-Pgn	0,40

5 ERGEBNISSE

Die Resultate der Untersuchung sind in den Abbildungen 10 bis 49 dargestellt. Geschlechtsunterschiede der einzelnen Ergebnisse wurden nicht statistisch erhoben, sondern nur unter Berücksichtigung einzelner herausragender Parameter angegeben.

5.1 Sagittale Wachstumsveränderungen von R-IJ bis R-J (T-1 bis T)

N-S (Länge der Schädelbasis) Abb. 10

Der Methodenfehler bei der Messung dieses Abstandes lag bei 0,37mm.

Für das gesamte Probandengut (n=56) war die durchschnittliche Vergrößerung der Schädelbasislänge 0,28mm (weibliche:0,20mm, männliche:0,33mm).

Bei 18 Probanden (32,1%), davon 9 weiblichen (36% der weiblichen) und 9 männlichen (29% der männlichen), lag eine Vergrößerung der Schädelbasislänge außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 1,25mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der Schädelbasislänge von 1mm oder mehr vor, hier wiesen ein weiblicher Proband (4%) und 4 männliche (12,9%) Probanden eine Vergrößerung auf.

Ss-NSp (Länge der Maxilla - basal) Abb. 11

Der Methodenfehler bei der Messung dieses Abstandes lag bei 0,66mm.

Für das gesamte Probandengut (n=56) war die durchschnittliche Vergrößerung der basalen Maxillallänge 0,44mm (weibliche:0,35mm, männliche:0,51mm).

Bei 19 Probanden (33,9%), davon 7 weiblichen (28% der weiblichen) und 12 männlichen (38,7% der männlichen), lag eine Vergrößerung der Maxillallänge außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 1,75mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der Maxillallänge von 1mm oder mehr vor, hier wiesen 2 weibliche Probanden (8%) und 6 männliche (19,4%) Probanden eine Vergrößerung auf.

Ergebnisse

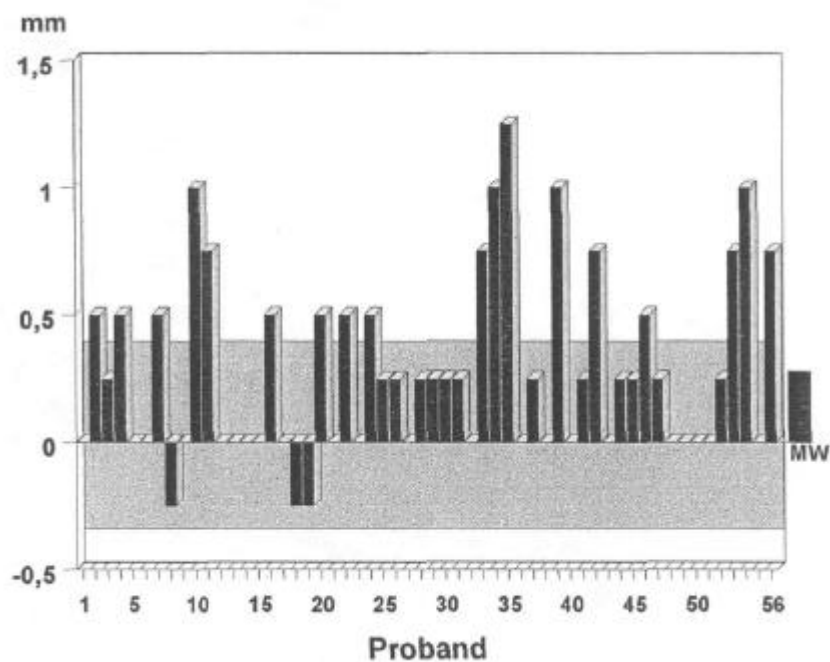


Abb. 10: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen N-S (Länge der Schädelbasis) bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T-1 bis T. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler ist grau unterlegt.

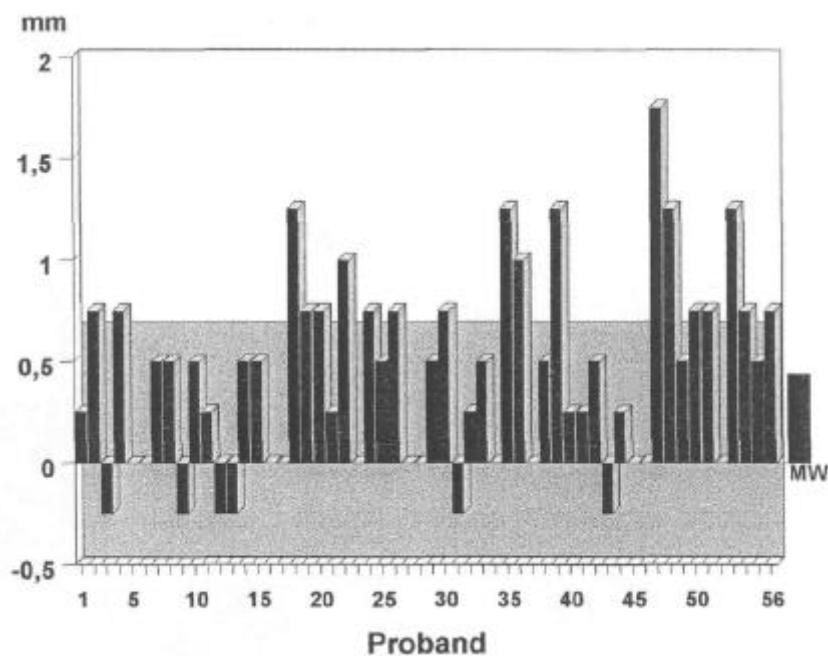


Abb. 11 Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen Ss-NS_P (Länge der Maxilla - basal) bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T-1 bis T. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler ist grau unterlegt.

Pg- NS_P (Länge der Mandibula - basal) Abb. 12

Der Methodenfehler bei der Messung dieses Abstandes lag bei 0,85mm.

Für das gesamte Probandengut (n=56) war die durchschnittliche Vergrößerung der basalen Mandibulalänge 0,65mm (weibliche:0,43mm, männliche:0,81mm).

Bei 14 Probanden (25%), davon 2 weiblichen (8% der weiblichen) und 12 männlichen (38,7% der männlichen), lag eine Vergrößerung der basalen Mandibulalänge außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 3,25mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der basalen Mandibulalänge von 1mm oder mehr vor, hier wiesen 2 weibliche Probanden (8%) und 12 männliche (38,7%) Probanden eine Vergrößerung auf. Zudem zeigten drei männliche (9,7%) und keiner der weiblichen (0%) einen Wert von 2mm oder mehr.

Ergebnisse

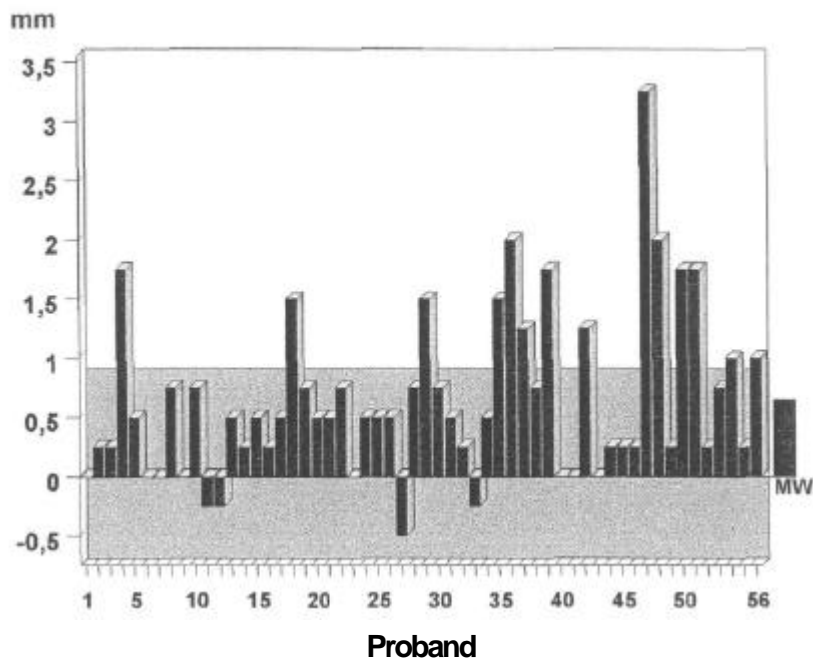


Abb. 12: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen $Pg-NS_P$ (Länge der Mandibula - basal) bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T-1 bis T. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler ist grau unterlegt.

5.2 Vertikale Wachstumsveränderungen von R-IJ bis R-J (T-1 bis T)

NS_{MX} - NSL (Höhe der Maxilla - basal) Abb. 13

Der Methodenfehler bei der Messung dieses Abstandes lag bei 0,73mm.

Für das gesamte Probandengut (n=56) war die durchschnittliche Vergrößerung der basalen Höhe der Maxilla 0,17mm (weibliche:0,14mm, männliche:0,18mm).

Bei 3 Probanden (5,4%), davon einem weiblichen (4% der weiblichen) und 2 männlichen (6,5% der männlichen), lag eine Vergrößerung der basalen Höhe der Maxilla außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 1mm.

Es lag nur ein unerheblicher Geschlechtsunterschied vor.

NS_{MD} - NSL (Höhe der Mandibula - basal) Abb. 14

Der Methodenfehler bei der Messung dieses Abstandes lag bei 1,24mm.

Für das gesamte Probandengut (n=56) war die durchschnittliche Vergrößerung der basalen Höhe der Mandibula 0,48mm (weibliche:0,33mm, männliche:0,59mm).

Bei 7 Probanden (12,5%), davon 2 weiblichen (8% der weiblichen) und 5 männlichen (16,1% der männlichen), lag eine Vergrößerung der basalen Höhe der Mandibula außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 2mm.

Es lag nur ein unerheblicher Geschlechtsunterschied vor.

Ergebnisse

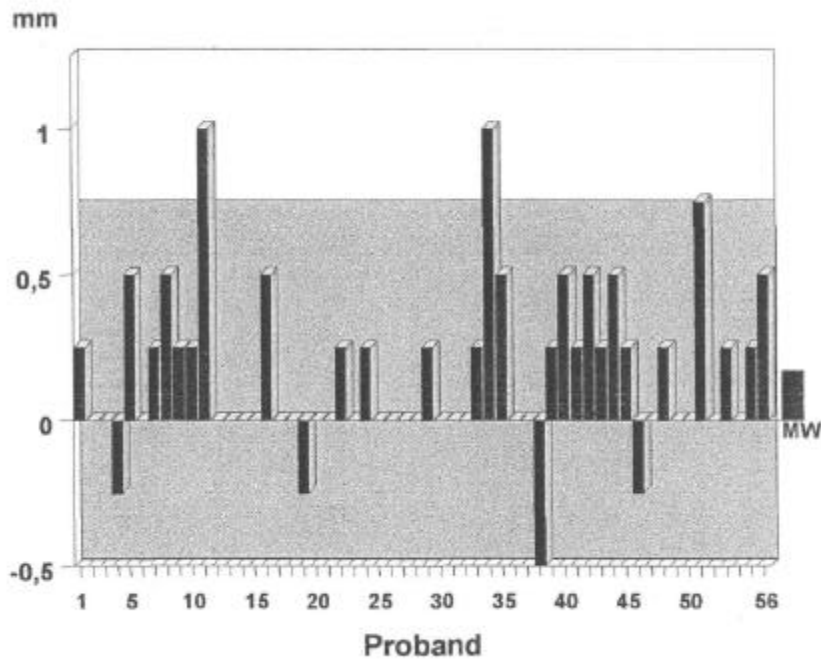


Abb. 13: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen NSMx-NSL (Höhe der Maxilla - basal) bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T-1 bis T. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler ist grau unterlegt.

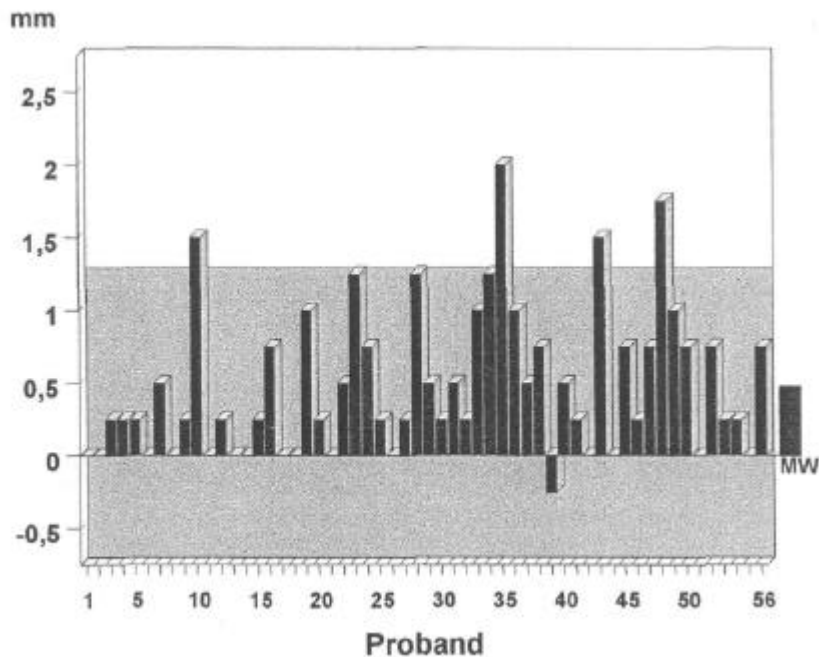


Abb. 14: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen NSMd-NSL (Höhe der Mandibula - basal) bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T-1 bis T. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler ist grau unterlegt.

Is-NSwx (Höhe der Maxilla - dentoalveolär) Abb. 15

Der Methodenfehler bei der Messung dieses Abstandes lag bei 0,5mm.

Für das gesamte Probandengut (n=56) war die durchschnittliche Vergrößerung der dentoalveolären Höhe der Maxilla 0,23mm (weibliche:0,22mm, männliche:0,23mm).

Bei 5 Probanden (8,9%), davon einem weiblichen (4% der weiblichen) und 4 männlichen (12,9% der männlichen), lag eine Vergrößerung der dentoalveolären Höhe der Maxilla außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 1 mm.

Es lag nur ein unerheblicher Geschlechtsunterschied vor.

li-NSiviD (Höhe der Mandibula - dentoalveolär) Abb. 16

Der Methodenfehler bei der Messung dieses Abstandes lag bei 0,98mm.

Für das gesamte Probandengut (n=56) war die durchschnittliche Vergrößerung der dentoalveolären Höhe der Mandibula 0,41mm (weibliche:0,33mm, männliche:0,47mm).

Bei 9 Probanden (16,1%), davon 4 weiblichen (16% der weiblichen) und 5 männlichen (16,1% der männlichen), lag eine Vergrößerung der dentoalveolären Höhe der Mandibula außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 2,75mm.

Es lag nur ein unerheblicher Geschlechtsunterschied vor.

Ergebnisse

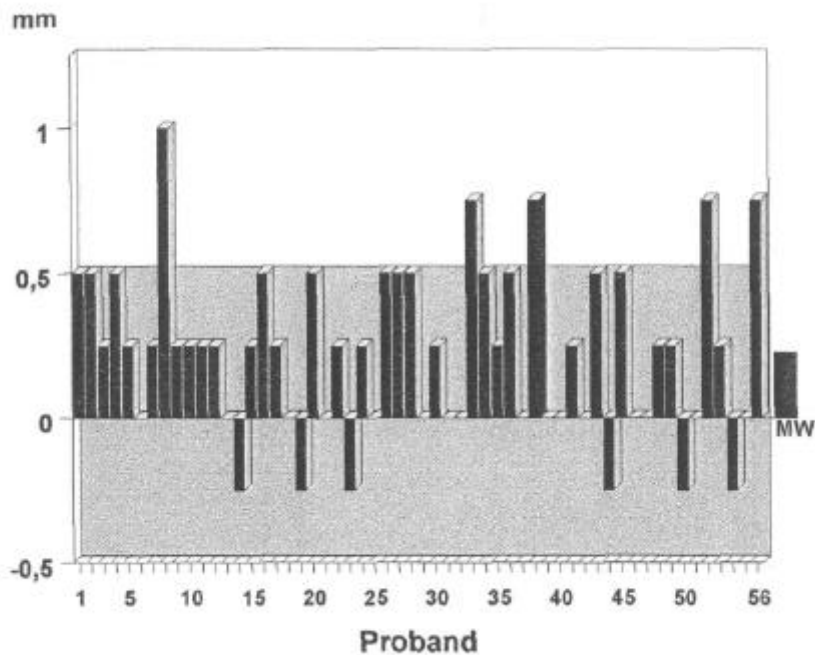


Abb. 15: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen Is-NSivix (Höhe der Maxilla - dentoalveolär) bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T-1 bis T. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler ist grau unterlegt.

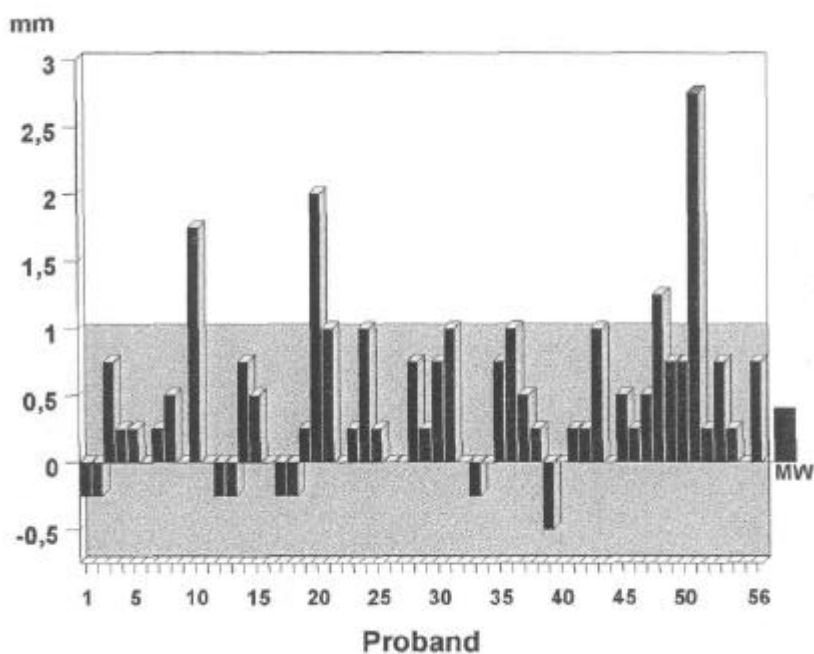


Abb. 16: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen li-NSMd (Höhe der Mandibula - dentoalveolär) bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T-1 bis T. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler ist grau unterlegt.

5.3 Sagitale/Vertikale Wachstumsveränderungen R-IJ bis R-J (T-1 bis T)

S-Pgn (Diagonale Länge des Schädels) Abb. 17

Der Methodenfehler bei der Messung dieses Abstandes lag bei 0,4mm.

Für das gesamte Probandengut (n=56) war die durchschnittliche Vergrößerung der diagonalen Länge des Schädels 0,64mm (weibliche:0,45mm, männliche:0,78mm).

Bei 36 Probanden (64,3%), davon 14 weiblichen (56% der weiblichen) und 22 männlichen (71% der männlichen), lag eine Vergrößerung der diagonalen Länge des Schädels außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 2,75mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der diagonalen Länge des Schädels von 1mm oder mehr vor, hier wiesen fünf weibliche Probanden (20%) und 13 männliche (41,9%) Probanden eine Vergrößerung auf. Zudem zeigten vier männliche (12,9%) und keiner der weiblichen Probanden eine Vergrößerung des Meßwertes von 1,5mm oder mehr.

Ergebnisse

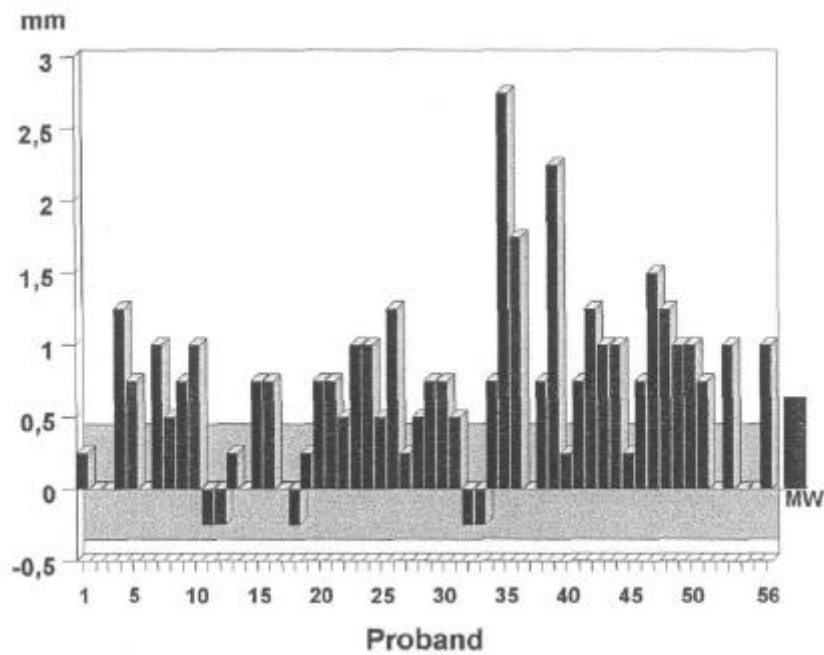


Abb. 17: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen S-Pgn (Diagonale Länge des Schädels) bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T-1 bis T. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler ist grau unterlegt.

5.4 Sagittale Wachstumsveränderungen nach R-J (nach T)

N-S (Länge der Schädelbasis)

T bis T+1 Abb. 18

Der Mittelwert der Vergrößerung der Schädelbasislänge lag bei 0,29mm (weibliche:0,25mm, männliche:0,33mm).

Bei 17 Probanden (34,7%), davon 6 weiblichen (27,3% der weiblichen) und 11 männlichen (40,7% der männlichen), lag eine Vergrößerung der Schädelbasislänge außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 1,25mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der Schädelbasislänge von 1mm oder mehr vor, hier wiesen 2 weibliche (9,1%) und 4 männliche (14,8%) Probanden eine Vergrößerung auf.

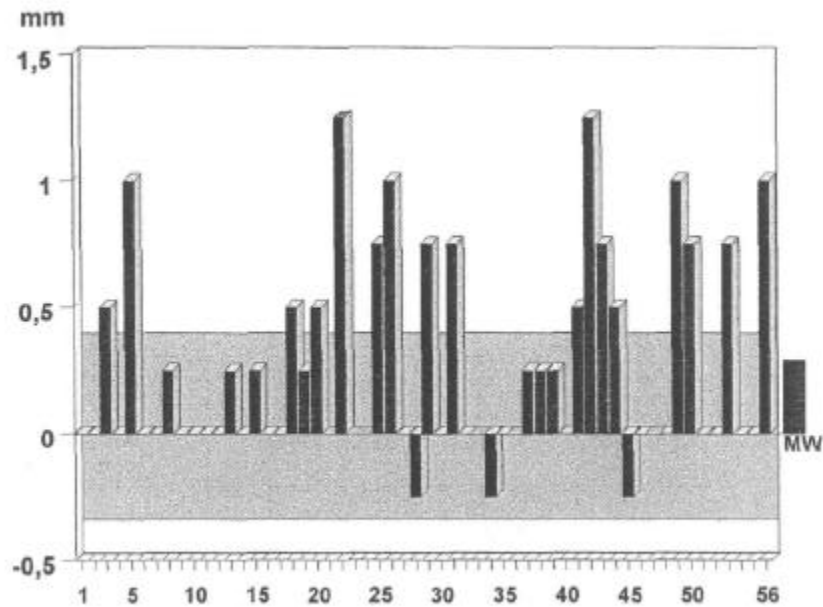
T+1 bis T+2 Abb. 19

Der Mittelwert der Vergrößerung der Schädelbasislänge lag bei 0,12mm (weibliche:0,02mm, männliche:0,21 mm).

4 männliche (33,3% der männlichen, 16,7% aller Probanden), und keiner der weiblichen Probanden wiesen eine Vergrößerung der Schädelbasislänge außerhalb des Methodenfehlers auf. Die maximale Vergrößerung lag bei 1mm.

Ein Geschlechtsunterschied lag insofern vor, daß die genannten 4 männlichen und kein weiblicher Probanden eine Vergrößerung der Schädelbasislänge außerhalb des Methodenfehlers aufwiesen.

Ergebnisse



Proband

Abb. 18: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen N-S (Länge der Schädelbasis) bei 22 weiblichen (1-25) und 27 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T bis T+1. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,37mm) ist grau unterlegt.

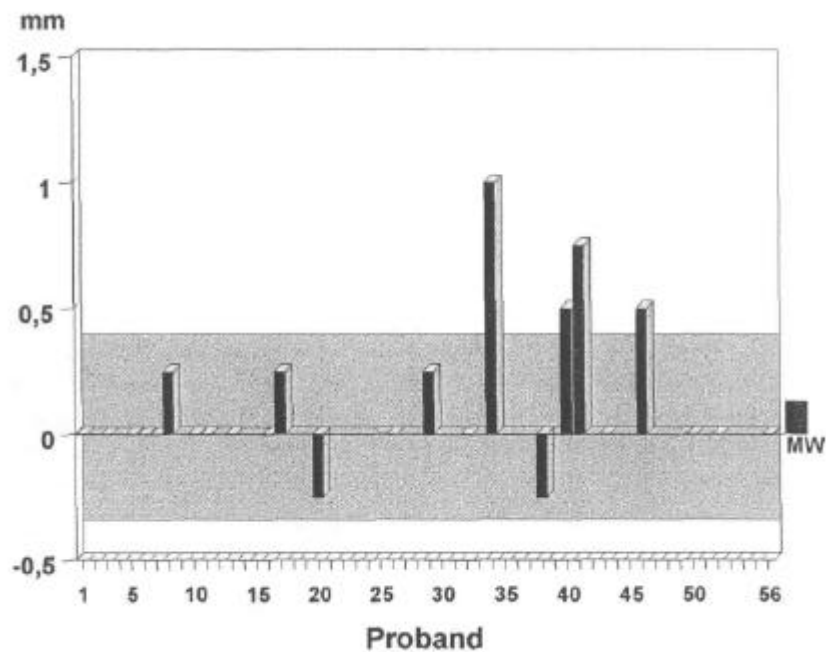


Abb. 19: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen N-S (Länge der Schädelbasis) bei 12 weiblichen (1-12) und 12 männlichen (12-24) Probanden im Zeitraum T+1 bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,37mm) ist grau unterlegt.

Ergebnisse

T bis **T+2** Abb. 20

Der Mittelwert der Vergrößerung der Schädelbasislänge lag bei 0,42mm (weibliche:0,25mm, männliche:0,56mm).

14 Probanden (46,7%), davon 4 weibliche (26,7%der weiblichen) und 10 männliche (66,7% der männlichen) wiesen eine Vergrößerung der Schädelbasislänge außerhalb des Methodenfehlers auf. Die maximale Vergrößerung lag bei 1,25mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der Schädelbasislänge von 1mm oder mehr vor, hier wiesen 2 weibliche (13,3%) und 5 männliche (33,3%) Probanden eine Vergrößerung auf.

Ergebnisse

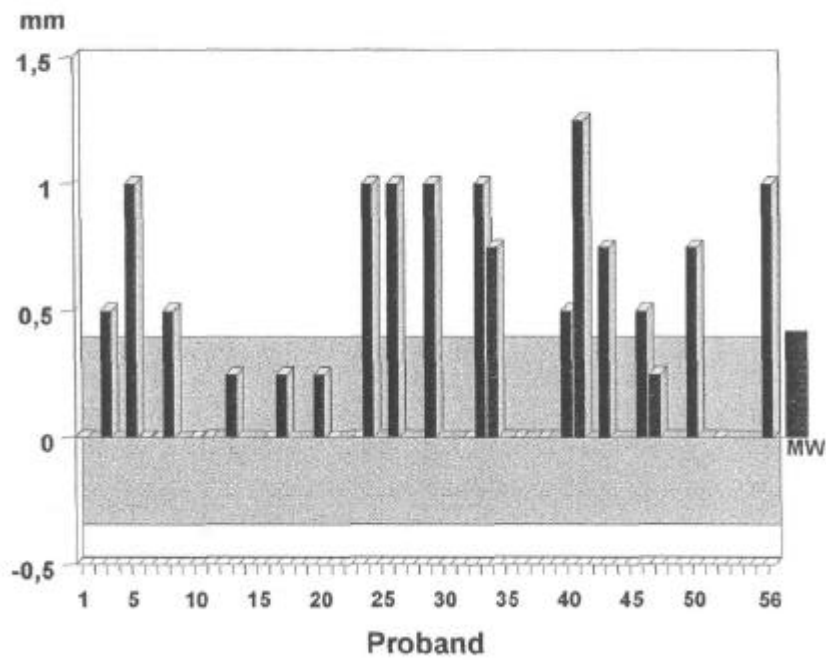


Abb. 20: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen N-S (Länge der Schädelbasis) bei 15 weiblichen (1-25) und 15 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T0 bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,37mm) ist grau unterlegt.

Ss-NSp (Länge der Maxilla - basai)

T bis T+1 Abb. 21

Der Mittelwert der Vergrößerung der basalen Maxillallänge lag bei 0,3mm (weibliche:0,19mm, männliche:0,38mm).

Bei 6 Probanden (12,2%), davon keinem weiblichen und 6 männlichen (22,2% der männlichen), lag eine Vergrößerung der basalen Maxillallänge außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 2mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der basalen Maxillallänge von 1mm oder mehr vor, hier wiesen 4 männliche (14,8%) und keiner der weiblichen Probanden eine Vergrößerung auf.

T+1 bis T+2 Abb. 22

Der Mittelwert der Vergrößerung der basalen Maxillallänge lag bei 0,23mm (weibliche:0,13mm, männliche:0,33mm).

Zwei männliche (16,7% der männlichen, 8,3% aller Probanden) und keiner der weiblichen Probanden wiesen eine Vergrößerung der basalen Maxillallänge außerhalb des Methodenfehlers auf. Die maximale Vergrößerung lag bei 1,25mm.

Ein Geschlechtsunterschied lag insofern vor, daß die genannten 2 männlichen und kein weiblicher Proband eine Vergrößerung der basalen Maxillallänge außerhalb des Methodenfehlers aufwiesen.

Ergebnisse

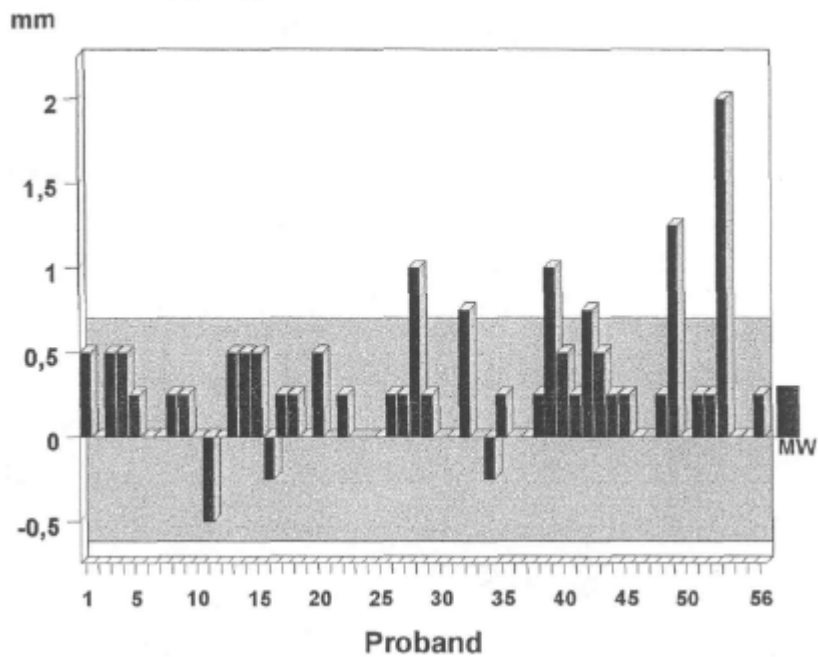


Abb. 21 Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen Ss-NS_P (Länge der Maxilla - basal) bei 22 weiblichen (1-25) und 27 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T bis T+1. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,66mm) ist grau unterlegt.

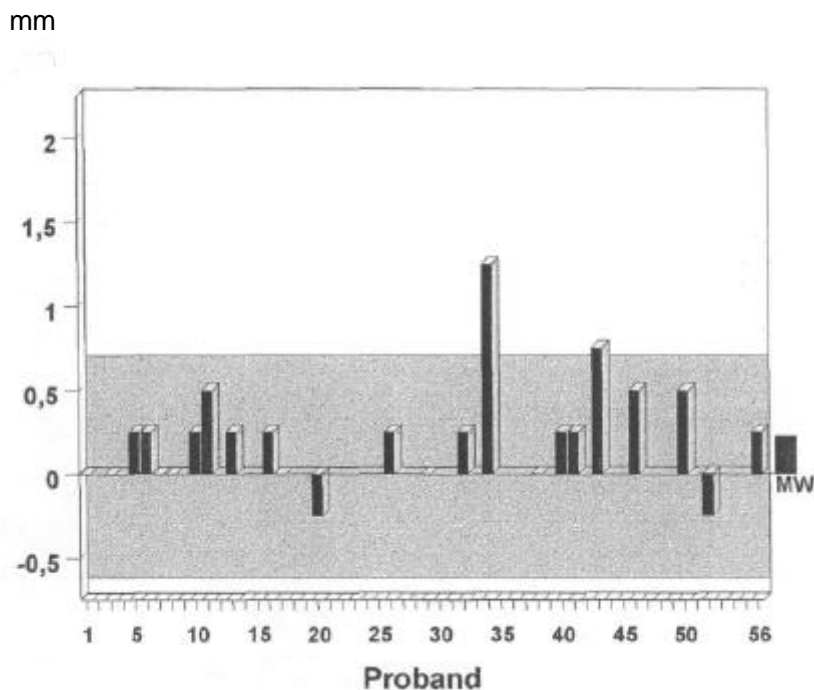


Abb. 22: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen Ss-NS_P (Länge der Maxilla - basal) bei 12 weiblichen (1-25) und 12 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T+1 bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,66mm) ist grau unterlegt.

T bis T+2 Abb. 23

Der Mittelwert der Vergrößerung der basalen Maxillallänge lag bei 0,47mm (weibliche:0,32mm, männliche:0,62mm).

9 Probanden (30%), davon 2 weibliche (13,3% der weiblichen) und 7 männliche (46,7% der männlichen), wiesen eine Vergrößerung der basalen Maxillallänge außerhalb des Methodenfehlers auf. Die maximale Vergrößerung lag bei 1,25mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der basalen Maxillallänge von 1mm oder mehr vor, hier wiesen ein weiblicher (6,7%) und drei männliche (20%) Probanden eine Vergrößerung auf.

Ergebnisse

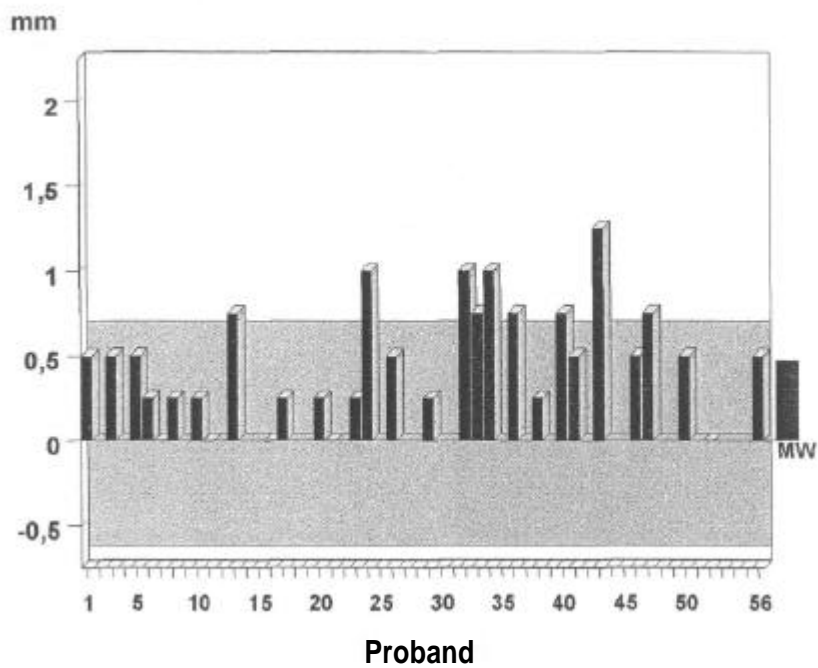


Abb. 23: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen Ss-NS_P (Länge der Maxilla - basal) bei 15 weiblichen (1-25) und 15 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,66mm) ist grau unterlegt.

Pg- NSp (Länge der Mandibula - basal)

T bis T+1 Abb. 24

Der Mittelwert der Vergrößerung der basalen Mandibulalänge lag bei 0,48mm (weibliche:0,31 mm, männliche:0,59mm).

Bei 10 Probanden (20,4%), davon 2 weiblichen (9,1% der weiblichen) und 8 männlichen (29,6% der männlichen), lag eine Vergrößerung der basalen Mandibulalänge außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 2mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der basalen Mandibulalänge von 1,5mm oder mehr vor, hier wiesen zwei männliche (7,4%) und kein weiblicher Proband eine Vergrößerung auf.

T+1 bis T+2 Abb. 25

Der Mittelwert der Vergrößerung der basalen Mandibulalänge lag bei 0,29mm (weibliche:0,13mm, männliche:0,46mm).

Drei männliche (25% der männlichen, 12,5% aller Probanden) und keiner der weiblichen Probanden wiesen eine Vergrößerung der basalen Mandibulalänge außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 1,25mm.

Ein Geschlechtsunterschied lag insofern vor, daß die Vergrößerung der basalen Mandibulalänge außerhalb des Methodenfehlers ausschließlich bei den genannten drei männlichen Probanden vorkam.

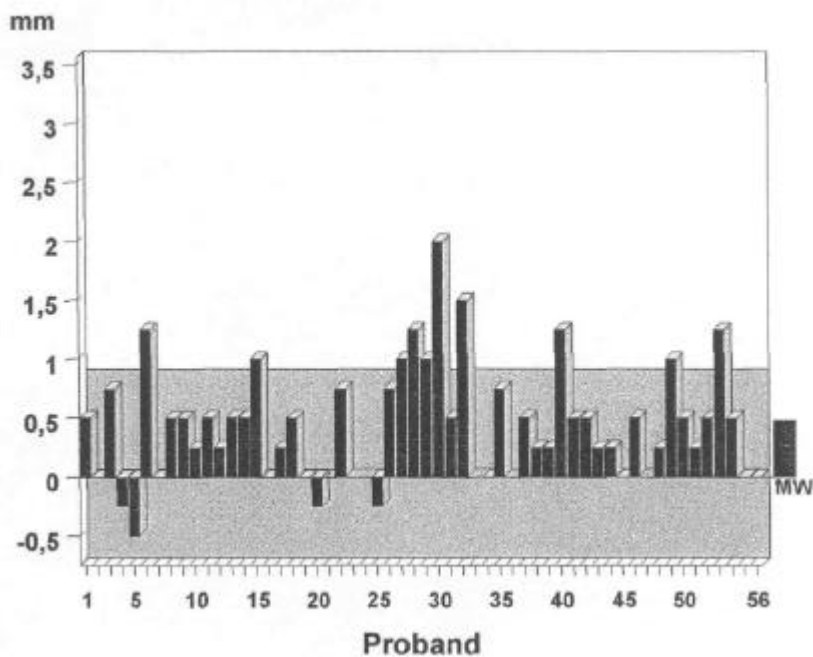


Abb.24 individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen Pg-NS_P (Länge der Mandibula - basal) bei 22 weiblichen (1-25) und 27 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T bis T+1. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,85mm) ist grau unterlegt.

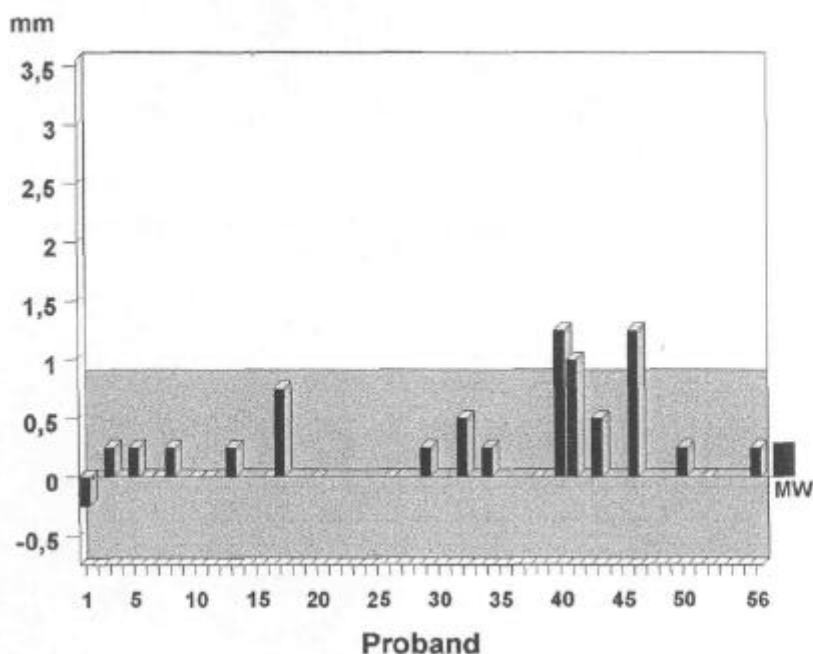


Abb. 25: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen Pg-NS_P (Länge der Mandibula - basal) bei 12 weiblichen (1-25) und 12 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T+1 bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,85mm) ist grau unterlegt.

Ergebnisse

T bis T+2 Abb. 26

Der Mittelwert der Vergrößerung der basalen Mandibulalänge lag bei 0,73mm (weibliche:0,45mm, männliche: 1,0mm).

10 Probanden (33,3%), davon 3 weibliche (20% der weiblichen) und 7 männliche (46,7% der männlichen), wiesen eine Vergrößerung der basalen Mandibulalänge außerhalb des Methodenfehlers auf. Die maximale Vergrößerung lag bei 2,5mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der basalen Mandibulalänge von 1,5mm oder mehr vor, hier wiesen vier männliche (26,7%) und kein weiblicher Proband eine Vergrößerung auf.

Ergebnisse

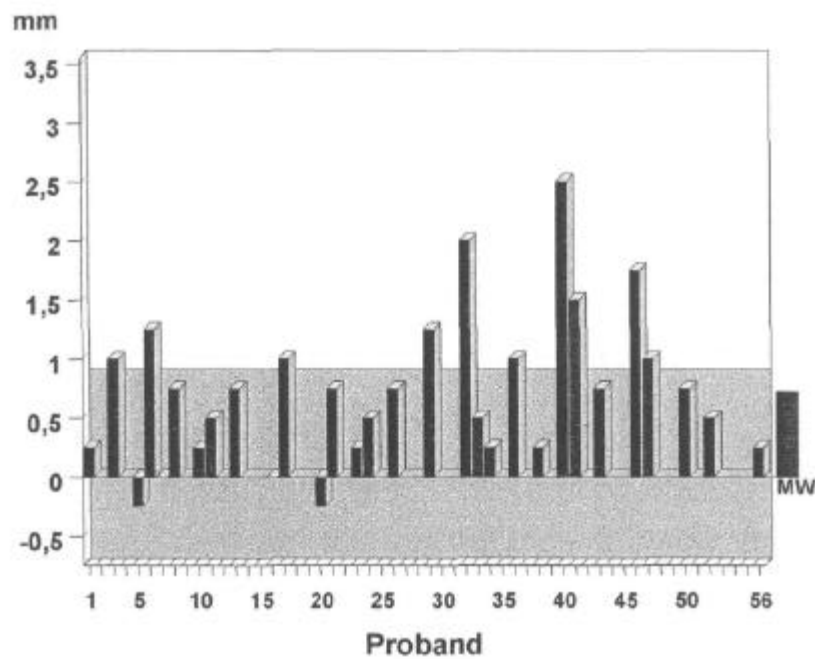


Abb. 26: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen Pg-NS_P (Länge der Mandibula - basal) bei 15 weiblichen (1-25) und 15 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,85mm) ist grau unterlegt.

5.5 Vertikale Wachstumsveränderungen nach R-J (nach T)

NS_{Mx} -NSL (Höhe der Maxilla - basal)

T bis T+1 Abb. 27

Der Mittelwert der Vergrößerung der basalen Maxillahöhe lag bei 0,11mm (weibliche:0,11 mm, männliche:0,09mm).

Bei 2 Probanden (4,1%), davon 1 weiblichen (4,5% der weiblichen) und 1 männlichen (3,7% der männlichen), lag eine Vergrößerung der basalen Maxillahöhe außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 0,75mm.

Es lag nur ein unerheblicher Geschlechtsunterschied vor.

T+1 bis T+2 Abb. 28

Der Mittelwert der Vergrößerung der basalen Maxillahöhe lag bei 0,03mm (weibliche:-0,06mm, männliche:0,13mm).

Zwei männliche (16,7% der männlichen, 8,3% aller Probanden), und keiner der weiblichen Probanden wiesen eine Vergrößerung der basalen Maxillahöhe außerhalb des Methodenfehlers auf. Die maximale Vergrößerung lag bei 1mm.

i

Ein Geschlechtsunterschied lag insofern vor, daß die Vergrößerungen der basalen Maxillahöhe außerhalb des Methodenfehlers ausschließlich bei den genannten zwei männlichen Probanden (16,7%) vorkamen.

Ergebnisse

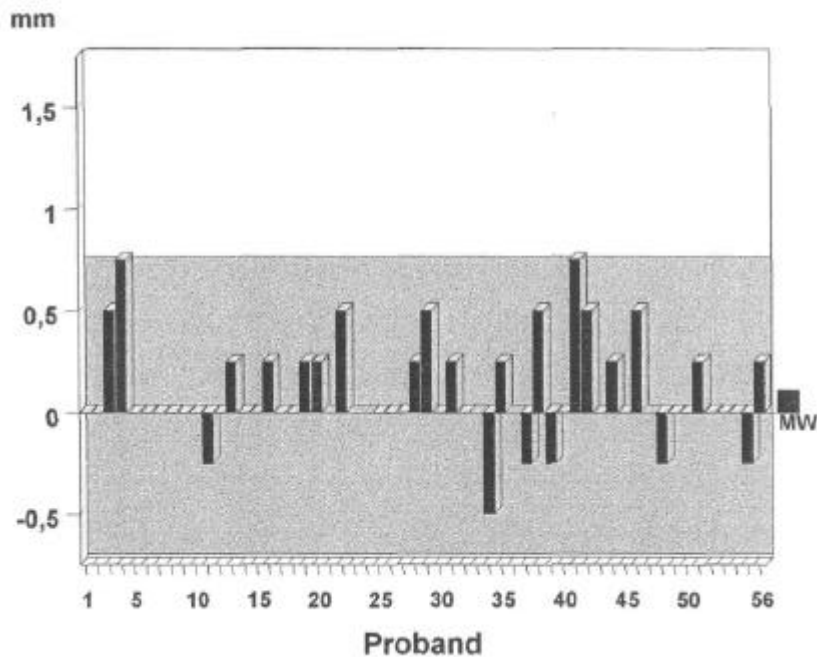


Abb. 27: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen (Höhe der Maxilla - basal) bei 22 weiblichen (1-25) und 27 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T bis T+1. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,73mm) ist grau unterlegt.

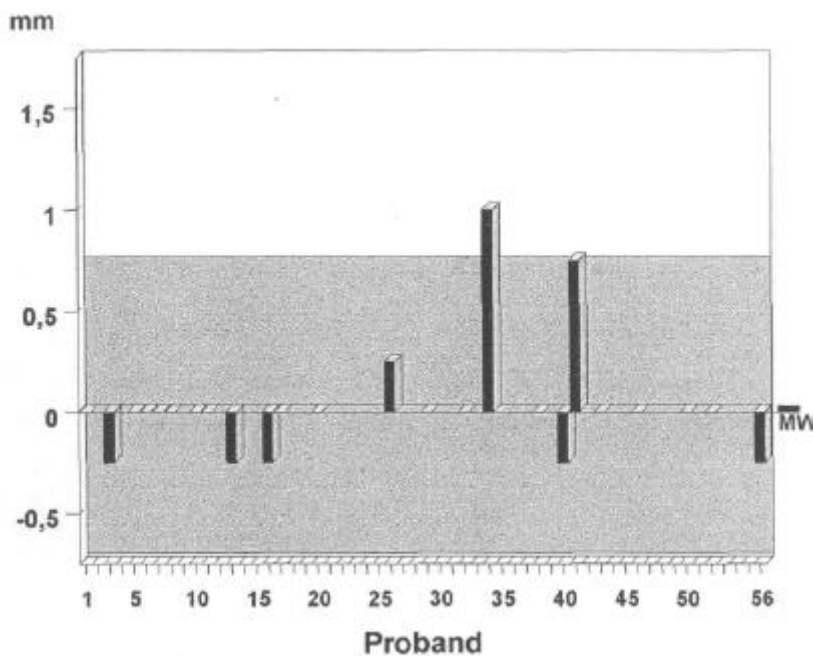


Abb. 28: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen $NS_{MX}-NSL$ (Höhe der Maxilla - basal) bei 12 weiblichen (1-25) und 12 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T+1 bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,73mm) ist grau unterlegt.

T bis T+2 Abb. 29

Der Mittelwert der Vergrößerung der basalen Maxillahöhe lag bei 0,13mm (weibliche:0,03mm, männliche:0,22mm).

Ein männlicher (6,7% der männlichen, 3,3% aller Probanden) und keiner der weiblichen Probanden wiesen eine Vergrößerung der basalen Maxillahöhe außerhalb des Methodenfehlers auf. Die maximale Vergrößerung lag bei 1,5mm.

Ein Geschlechtsunterschied lag insofern vor, daß die Vergrößerung der basalen Maxillahöhe außerhalb des Methodenfehlers ausschließlich bei dem genannten männlichen Probanden (6,7%) vorkam.

Ergebnisse

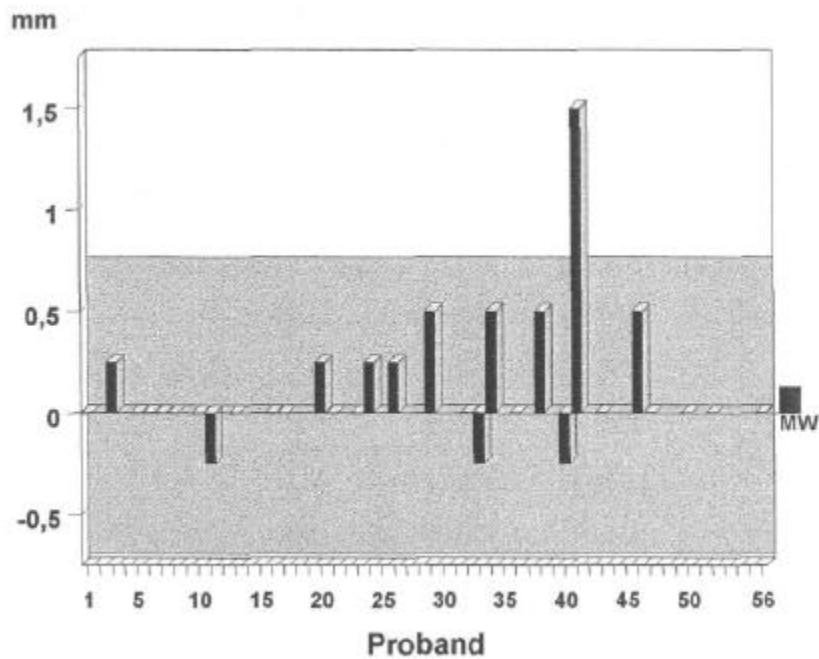


Abb. 29: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen NS_{Mx} -NSL (Höhe der Maxilla - basal) bei 15 weiblichen (1-25) und 15 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum TO bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,73mm) ist grau unterlegt.

NS_{MD} - NSL (Höhe der Mandibula - basal)

T bis T+1 Abb. 30

Der Mittelwert der Vergrößerung der basalen Mandibulahöhe lag bei 0,44mm (weibliche:0,38mm, männliche:0,49mm).

Bei 5 Probanden (10,2%), davon 2 weiblichen (9,1% der weiblichen) und 3 männlichen (11,1% der männlichen), lag eine Vergrößerung der basalen Mandibulahöhe außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 1,75mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der basalen Mandibulahöhe von 1,75mm oder mehr vor, hier wiesen zwei männliche (7,4%) und kein weiblicher Proband eine Vergrößerung auf.

T+1 bis T+2 Abb. 31

Der Mittelwert der Vergrößerung der basalen Mandibulahöhe lag bei 0,24mm (weibliche:-0,06mm, männliche:0,54mm).

Zwei männliche (16,7% der männlichen, 8,3% aller Probanden), und keiner der weiblichen Probanden wiesen eine Vergrößerung der basalen Mandibulahöhe außerhalb des Methodenfehlers auf. Die maximale Vergrößerung lag bei 2,5mm.

Ein Geschlechtsunterschied lag insofern vor, daß die Vergrößerung der basalen Mandibulahöhe außerhalb des Methodenfehlers ausschließlich bei den genannten zwei männlichen Probanden (16,7%) vorkamen.

Ergebnisse

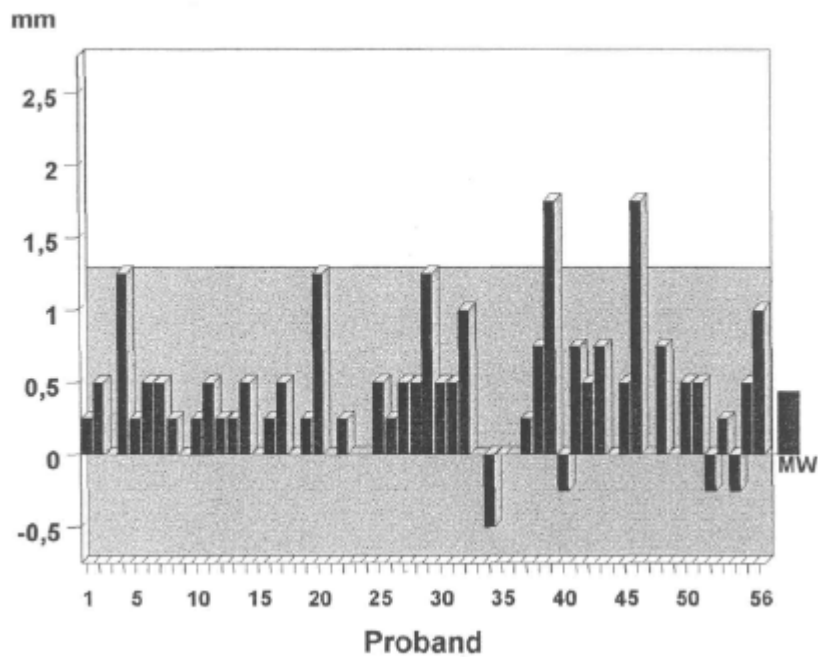


Abb. 30: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen NS_{Md}-NSL (Höhe der Mandibula - basal) bei 22 weiblichen (1-25) und 27 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum TO bis T+1. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (1,24mm) ist grau unterlegt.

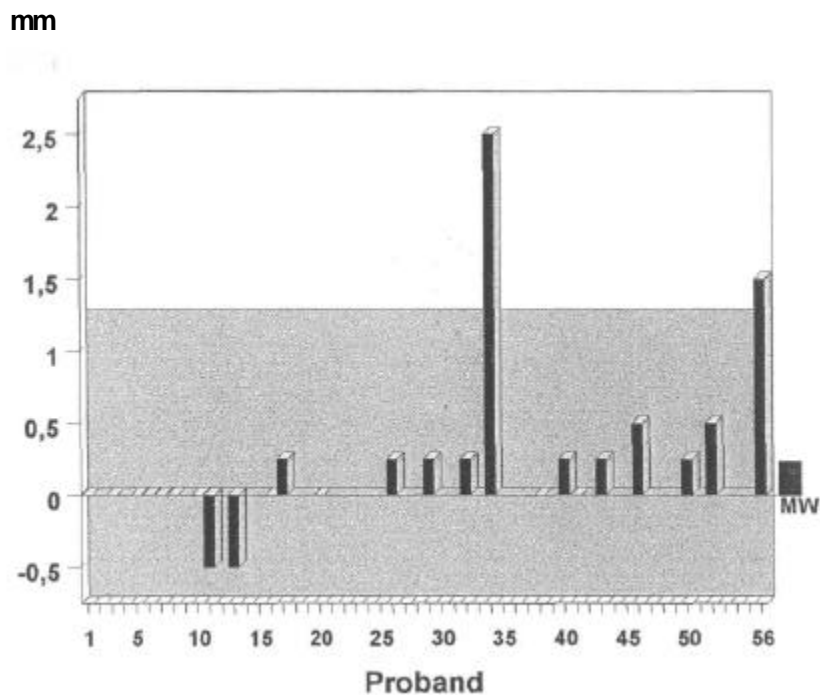


Abb. 31 individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen NS_{Md}-NSL (Höhe der Mandibula - basal) bei 12 weiblichen (1-25) und 12 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T+1 bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (1,24mm) ist grau unterlegt.

Ergebnisse

T bis T+2 Abb. 32

Der Mittelwert der Vergrößerung der basalen Mandibulahöhe lag bei 0,66mm (weibliche:0,35mm, männliche:0,97mm).

6 Probanden (20%), davon 1 weibliche (6,7% der weiblichen) und 5 männliche (33,3% der männlichen), wiesen eine Vergrößerung der basalen Mandibulahöhe außerhalb des Methodenfehlers auf. Die maximale Vergrößerung lag bei 2,5mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der basalen Mandibulahöhe von 2mm oder mehr vor, hier wiesen drei männliche (20%) und kein weiblicher Proband eine Vergrößerung auf.

Ergebnisse

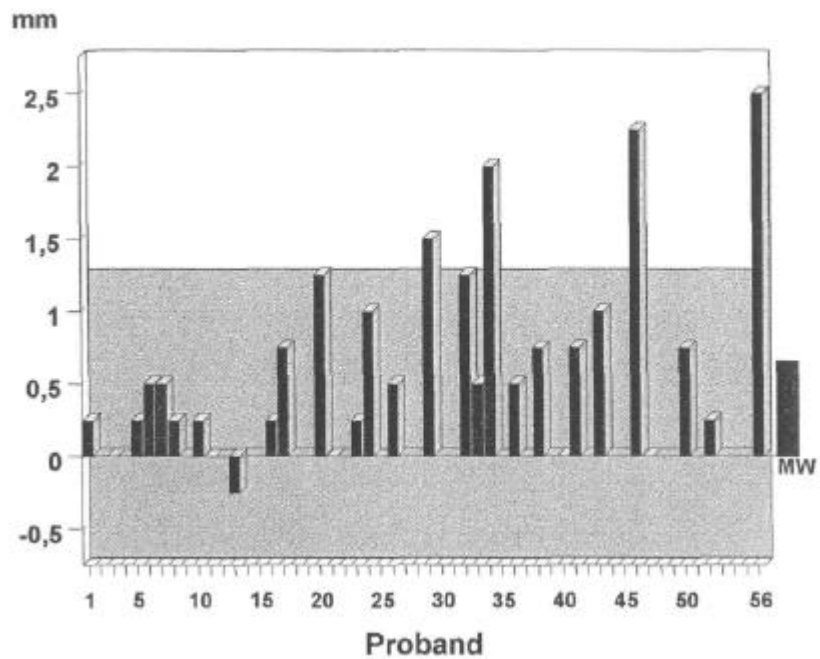


Abb. 32: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen NSMd-NSL (Höhe der Mandibula - basal) bei 15 weiblichen (1-25) und 15 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum TO bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (1,24mm) ist grau unterlegt.

Is-NSwx (Höhe der Maxilla - dentoalveolär)

T bis T+1 Abb. 33

Der Mittelwert der Vergrößerung der dentoalveolären Maxillahöhe lag bei 0,24mm (weibliche:0,25mm, männliche:0,25mm).

7 Probanden (14,3%), davon ein weiblicher (4,6% der weiblichen) und 6 männliche (22,2% der männlichen), wiesen eine Vergrößerung der dentoalveolären Maxillahöhe außerhalb des Methodenfehlers auf. Die maximale Vergrößerung lag bei 1,25mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der dentoalveolären Maxillahöhe von 0,75mm oder mehr vor, hier wiesen ein weiblicher (4,6%) und 6 männliche (22,2%) Probanden eine Vergrößerung auf.

T+1 bis T+2 Abb. 34

Der Mittelwert der Vergrößerung der dentoalveolären Maxillahöhe lag bei 0,16mm (weibliche:0mm, männliche:0,31mm).

Drei männliche (25% der männlichen, 12,5% aller Probanden), und keiner der weiblichen wiesen eine Vergrößerung der dentoalveolären Maxillahöhe außerhalb des Methodenfehlers auf. Die maximale Vergrößerung lag bei 1mm.

Ein Geschlechtsunterschied lag insofern vor, daß die Vergrößerung der dentoalveolären Maxillahöhe außerhalb des Methodenfehlers ausschließlich bei den genannten drei männlichen Probanden vorkam.

Ergebnisse

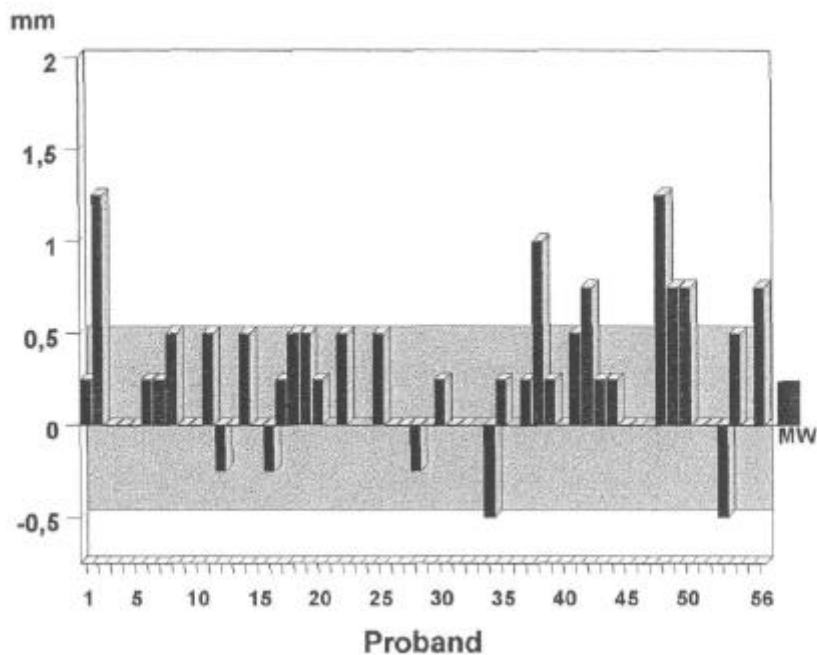


Abb. 33: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen Is-NS_{Mx} (Höhe der Maxilla - dentoalveolär) bei 22 weiblichen (1-25) und 27 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T bis T+1. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,5mm) ist grau unterlegt.

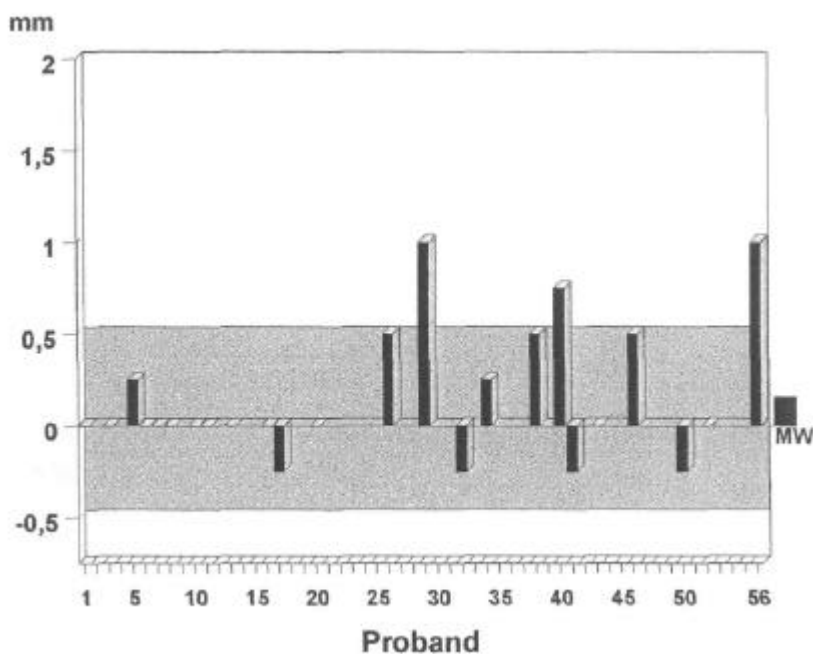


Abb. 34: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen Is-NS_{Mx} (Höhe der Maxilla - dentoalveolär) bei 12 weiblichen (1-25) und 12 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T+1 bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,5mm) ist grau unterlegt.

Ergebnisse

T bis T+2 Abb. 35

Der Mittelwert der Vergrößerung der dentoalveolären Maxillahöhe lag bei 0,33mm (weibliche:0,22mm, männliche:0,45mm).

Vier männliche (26,7% der männlichen, 13,3% aller Probanden), und keiner der weiblichen wiesen eine Vergrößerung der dentoalveolären Maxillahöhe außerhalb des Methodenfehlers auf. Die maximale Vergrößerung lag bei 1,75mm.

Ein Geschlechtsunterschied lag insofern vor, daß die Vergrößerung der dentoalveolären Maxillahöhe außerhalb des Methodenfehlers ausschließlich bei den genannten vier männlichen Probanden vorkam.

Ergebnisse

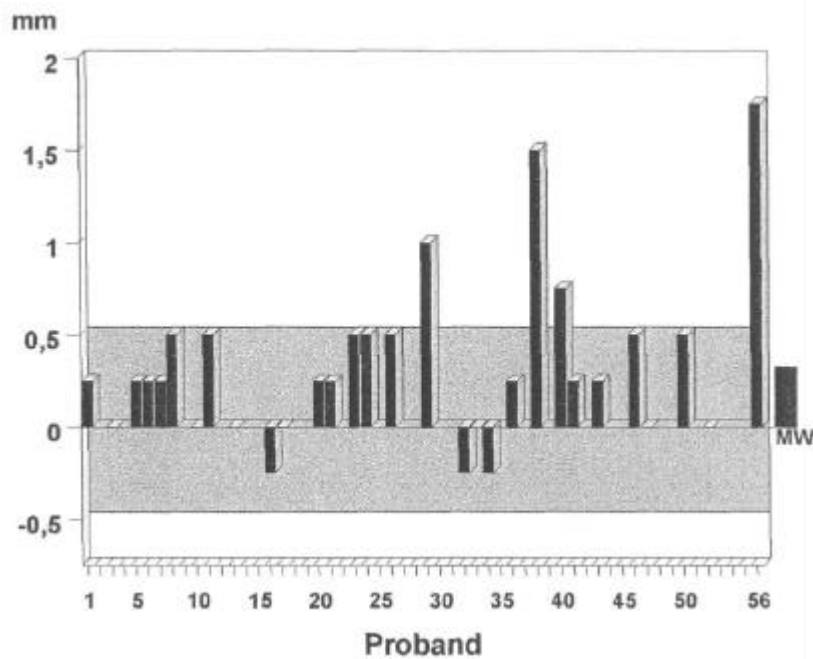


Abb. 35: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen Is-NSwx (Höhe der Maxilla - dentoalveolär) bei 15 weiblichen (1-25) und 15 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum TO bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,5mm) ist grau unterlegt.

Ergebnisse

li-NS_MD(Höhe der Mandibula - dentoalveolär)

T bis T+1 Abb. 36

Der Mittelwert der Vergrößerung der dentoalveolären Mandibulahöhe lag bei 0,17mm (weibliche:0,14mm, männliche:0,20mm).

Keiner der Probanden wies eine Vergrößerung der dentoalveolären Mandibulahöhe außerhalb des Methodenfehlers auf.

T+1 bis T+2 Abb. 37

Der Mittelwert der Vergrößerung der dentoalveolären Mandibulahöhe lag bei 0,24mm (weibliche:0,25mm, männliche:0,23mm).

Keiner der Probanden wies eine Vergrößerung der dentoalveolären Mandibulahöhe außerhalb des Methodenfehlers auf.

Ergebnisse

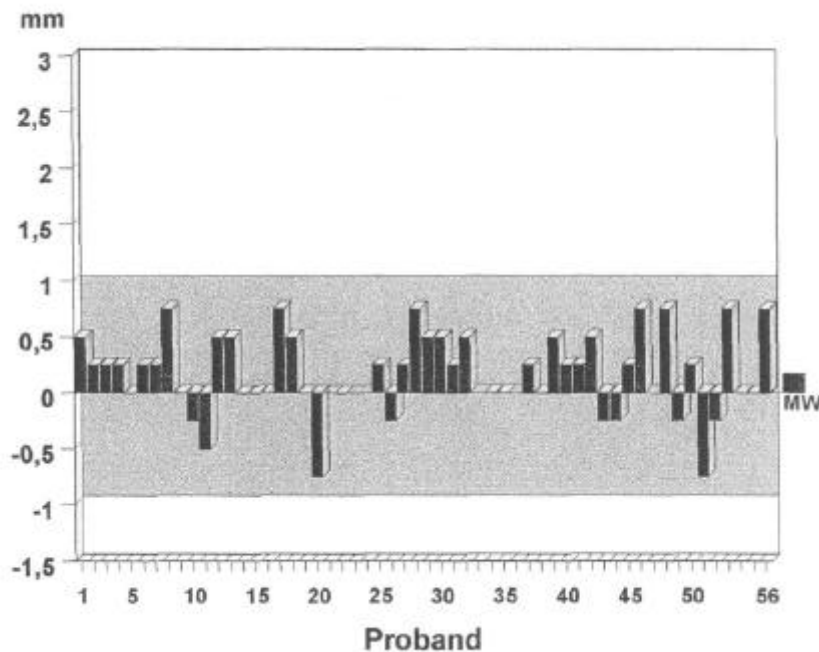


Abb. 36: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen li-NSivid (Höhe der Mandibula - dentoalveolär) bei 22 weiblichen (1-25) und 27 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T bis T+1. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,98mm) ist grau unterlegt.

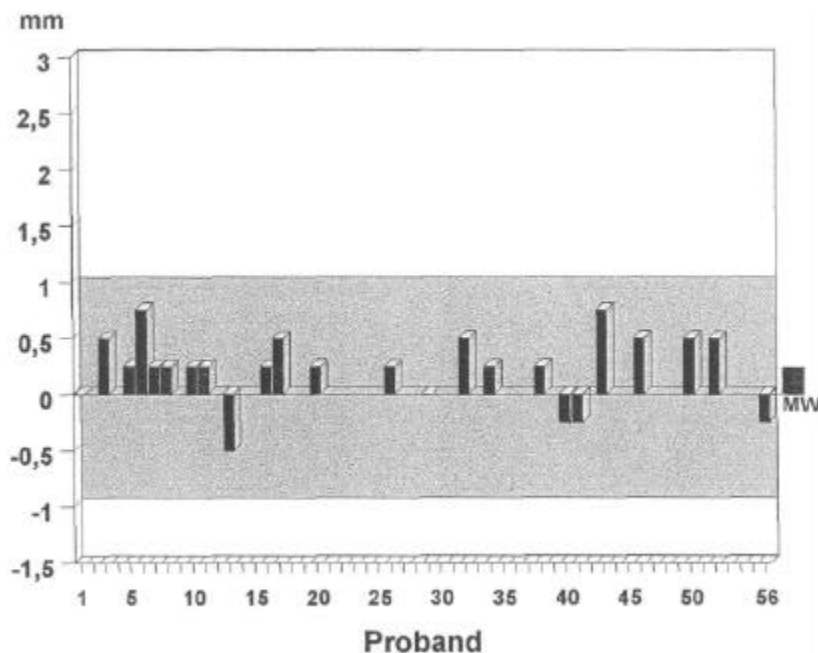


Abb. 37: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen li-NSMd (Höhe der Mandibula - dentoalveolär) bei 12 weiblichen (1-25) und 12 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T+1 bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,98mm) ist grau unterlegt.

Ergebnisse

T bis T+2 Abb. 38

Der Mittelwert der Vergrößerung der dentoalveolären Mandibulahöhe lag bei 0,39mm (weibliche:0,37mm, männliche:0,41mm).

Bei 6 Probanden (20%), davon 4 weiblichen (26,7% der weiblichen) und 2 männlichen (13,3% der männlichen), lag eine Vergrößerung der dentoalveolären Mandibulahöhe außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 1,25mm.

Es lag nur ein unerheblicher Geschlechtsunterschied vor.

Ergebnisse

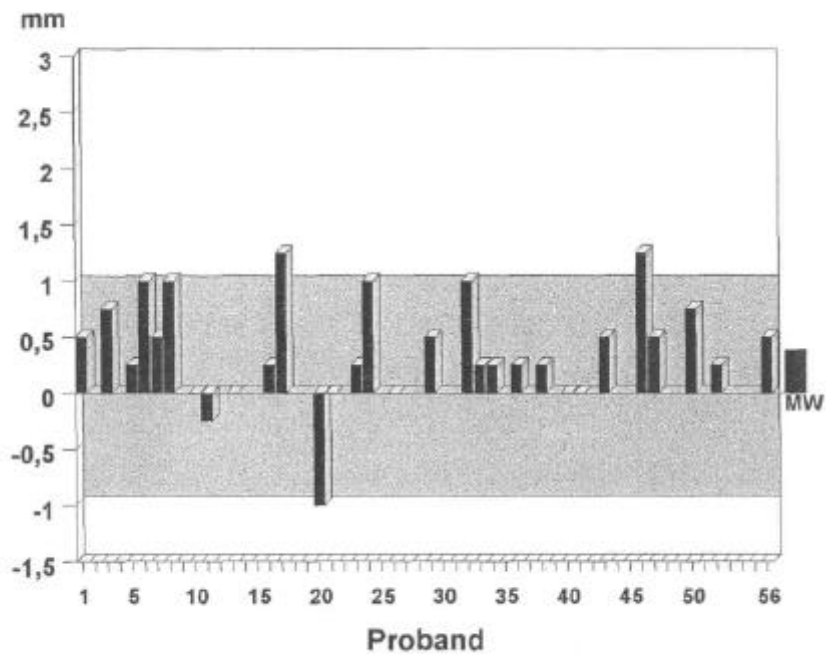


Abb. 38: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen li-NSiVid (Höhe der Mandibula - dentoalveolär) bei 15 weiblichen (1-25) und 15 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,98mm) ist grau unterlegt.

5.6 Sagittale/Vertikale Wachstumsveränderungen nach R-J (nach T)

S-Pgn (Diagonale Länge des Schädels)

T bis T+1 Abb. 39

Der Mittelwert der Vergrößerung der diagonalen Schädellänge lag bei 0,33mm (weibliche:0,28mm, männliche:0,39mm).

Bei 21 Probanden (42,9%), davon 10 weiblichen (45,5% der weiblichen) und 11 männlichen (40,7% der männlichen), lag eine Vergrößerung der diagonalen Schädellänge außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 1,5mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der diagonalen Schädellänge von 1mm oder mehr vor, hier wiesen 4 männliche (14,8%) und ein weiblicher (4,5%) Proband eine Vergrößerung auf.

T+1 bis T+2 Abb. 40

Der Mittelwert der Vergrößerung der diagonalen Schädellänge lag bei 0,40mm (weibliche:0,17mm, männliche:0,63mm).

Bei 9 Probanden (37,5%), davon 2 weiblichen (16,7% der weiblichen) und 7 männlichen (58,3%), lag eine Vergrößerung der diagonalen Schädellänge außerhalb des Methodenfehlers vor. Die maximale Vergrößerung lag bei 2,25mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der diagonalen Schädellänge von 1mm oder mehr vor, hier wiesen 5 männliche (41,6%) und kein weiblicher Proband eine Vergrößerung auf.

Ergebnisse

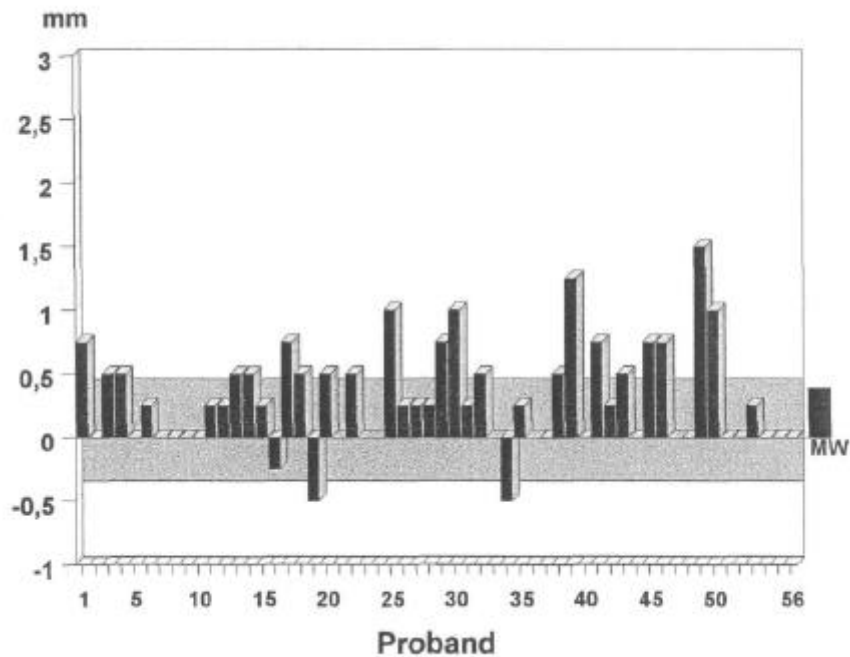


Abb. 39: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen S-Pgn (Diagonale Länge des Schädels) bei 22 weiblichen (1-25) und 27 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T bis T+1. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,4mm) ist grau unterlegt.

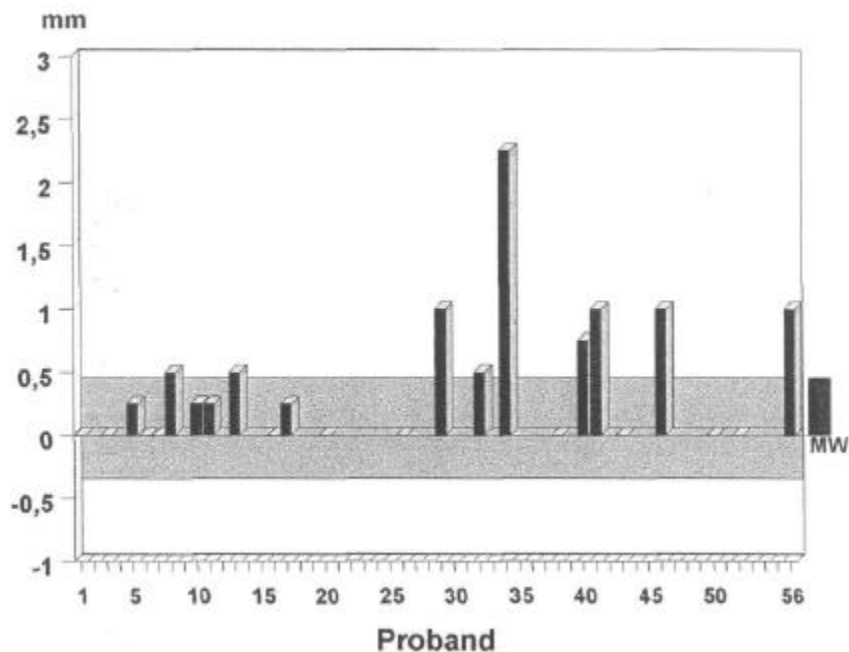


Abb. 40: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen S-Pgn (Diagonale Länge des Schädels) bei 12 weiblichen (1-25) und 12 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T+1 bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,4mm) ist grau unterlegt.

Ergebnisse

T bis T+2 Abb. 41

Der Mittelwert der Vergrößerung der diagonalen Schädellänge lag bei 0,74mm (weibliche:0,52mm, männliche:0,97mm).

22 Probanden (73,3%), davon 9 weibliche (60% der weiblichen) und 13 männliche (86,7% der männlichen) wiesen eine Vergrößerung der diagonalen Schädellänge außerhalb des Methodenfehlers auf. Die maximale Vergrößerung lag bei 1,75mm.

Der auffälligste Geschlechtsunterschied lag bei einer Vergrößerung der diagonalen Schädellänge von 1,5mm oder mehr vor, hier wiesen vier männliche Probanden (26,7%) und kein weiblicher Proband eine Vergrößerung auf.

Ergebnisse

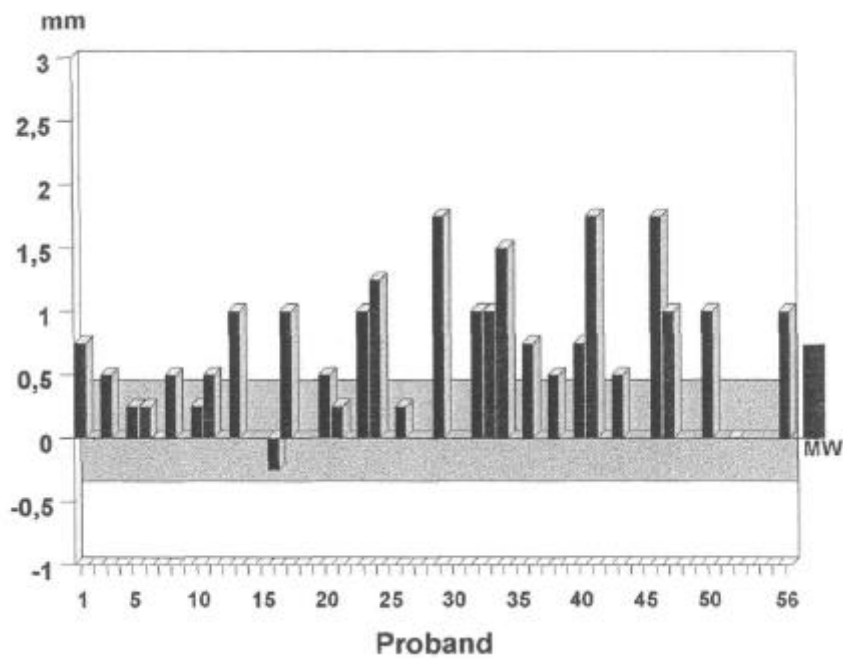


Abb. 41: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen S-Pgn (Diagonale Länge des Schädels) bei 15 weiblichen (1-25) und 15 männlichen (25-56) Probanden im Zeitraum T bis T+2. Der Mittelwert ist als Säule am rechten Rand der Abbildung dargestellt. Der Methodenfehler (0,4mm) ist grau unterlegt.

6.7 Einzelfallergebnisse

Aus dem gesamten Probandengut wurden diejenigen vier Probanden ausgewählt, bei denen Meßdaten bis mindestens drei Jahre nach R-J (also mindestens bis T+3) vorlagen. Es handelt sich hierbei um die Probanden Nummer 3, 25, 41 und 50, wobei die Probanden Nummer 3 und 25 weiblich, die Probanden Nummer 41 und 50 männlich sind (Tab. 3). Die angegebenen Veränderungen lagen alle außerhalb des jeweiligen Methodenfehlers.

Tab. 3: Vorhandene FRS der vier Probanden zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten.

Weibliche	Probanden	Männliche	Probanden
Nr.3	Nr,25	Nr.41	N r. 50
T-1	T-1	T-1	T-1
T	T	T	T
T+1	T+1	T+1	T+1
T+2		T+2	T+2
T+3			
		T+4	T+4
	T+5		

Sagittale Wachstumsveränderungen (Einzelfallergebnisse)

N-S (Länge der Schädelbasis) Abb. 42

T-1 bis T

Eine Vergrößerung der Schädelbasislänge außerhalb des Methodenfehlers lag bei keinem der vier Probanden vor.

T bis Ende der Meßreihe

Eine Vergrößerung der Schädelbasislänge außerhalb des Methodenfehlers lag bei Proband Nr.3 um 1mm (T+3), bei Nr.25 um 0,75mm (T+5), bei Nr.41 um 1,25mm (T+4) und bei Nr.50 um 0,75mm (T+4) vor.

Ss-NSp (Länge der Maxilla - basal) Abb. 43

T-1 bis T

Eine Vergrößerung der basalen Maxillallänge außerhalb des Methodenfehlers lag bei Proband Nr.50 von 0,75mm vor. Die übrigen drei Probanden wiesen keine Vergrößerung außerhalb des Methodenfehlers auf.

T bis Ende der Meßreihe

Eine Vergrößerung der basalen Maxillallänge außerhalb des Methodenfehlers lag bei Proband Nr.3 um 0,75mm (T+3) und bei Nr.41 um 1,25mm (T+4) vor. Die übrigen zwei Probanden wiesen keine Vergrößerung außerhalb des Methodenfehlers auf.

Ergebnisse

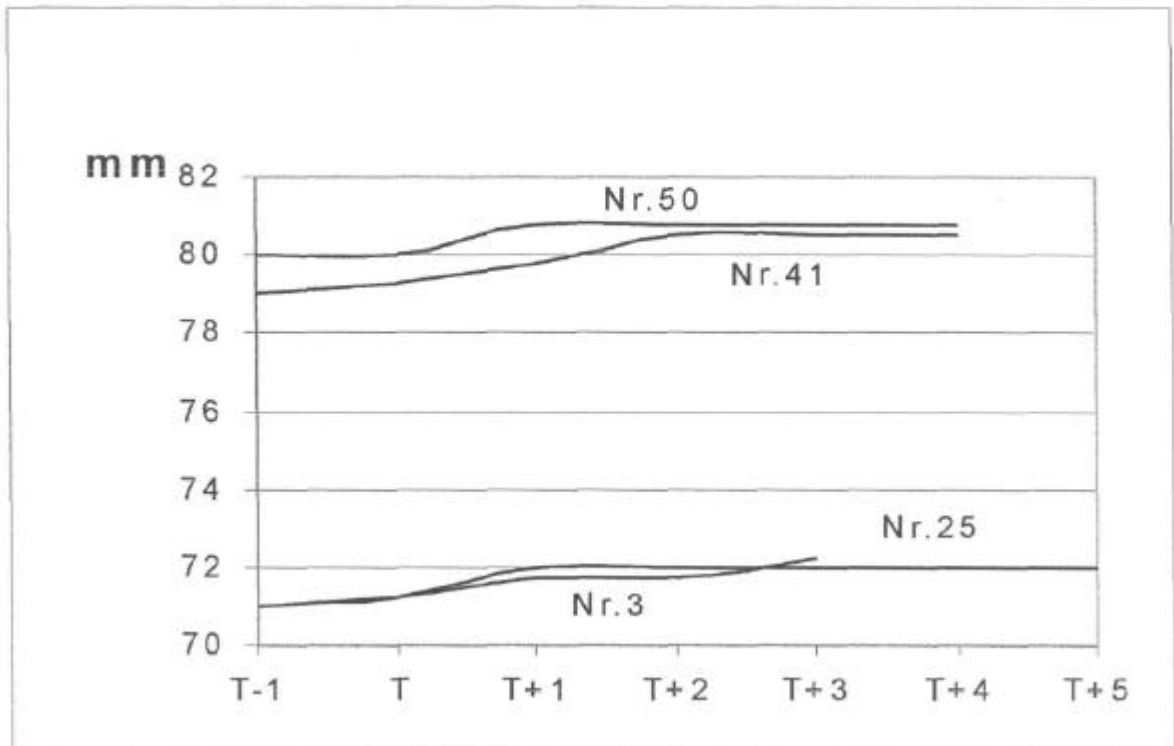


Abb. 42: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen N-S (Länge der Schädelbasis) bei den Probanden Nr. 3, 25, 41 und 50 in den Zeiträumen T-1 bis T+3 (bzw. bis T+4 oder T+5).

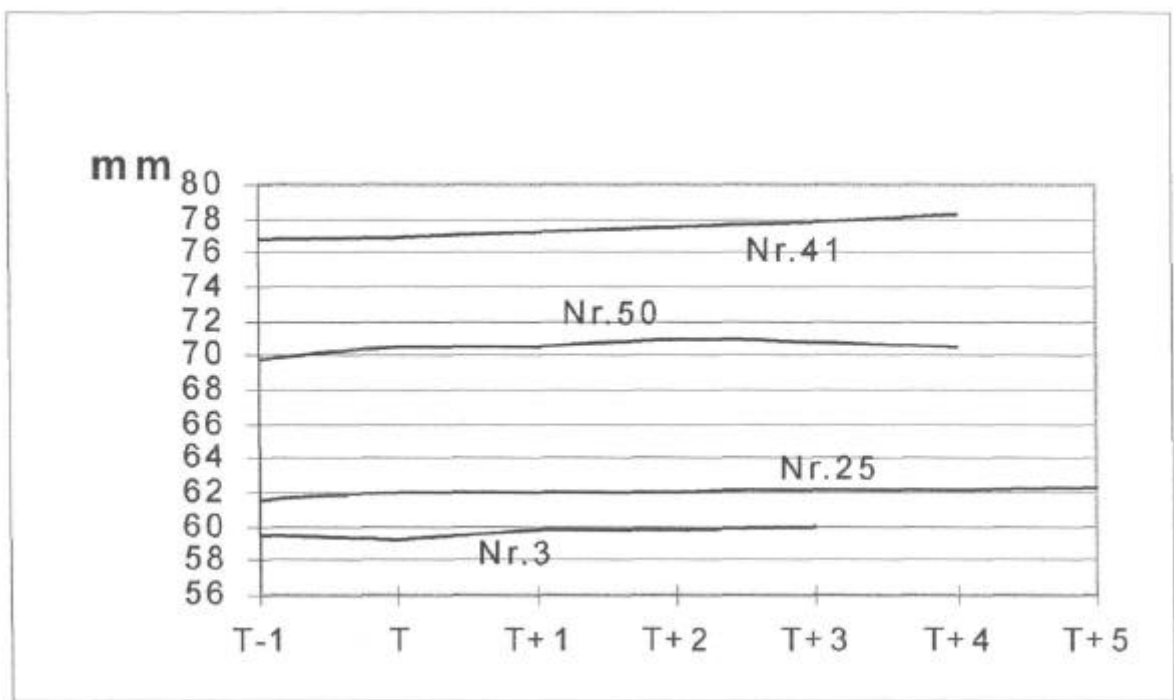


Abb. 43: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen Ss-NSp (Länge der Maxilla - basal) bei den Probanden Nr. 3, 25, 41 und 50 in den Zeiträumen T-1 bis T+3 (bzw. bis T+4 oder T+5).

Ergebnisse

Pg- NS_P (Länge der Mandibula - basal) Abb. 44

T-1 bis T

Eine Vergrößerung der basalen Mandibulalänge außerhalb des Methodenfehlers lag bei Proband Nr.50 um 1,75mm vor. Die übrigen drei Probanden wiesen keine Vergrößerung außerhalb des Methodenfehlers auf.

T bis Ende der Meßreihe

Eine Vergrößerung der basalen Mandibulalänge außerhalb des Methodenfehlers lag bei Proband Nr.3 um 1,75mm (T+3), bei Nr.25 um 0,75mm (T+5), bei Nr.41 um 2,5mm (T+4) und bei Nr.50 um 1mm (T+4) vor.

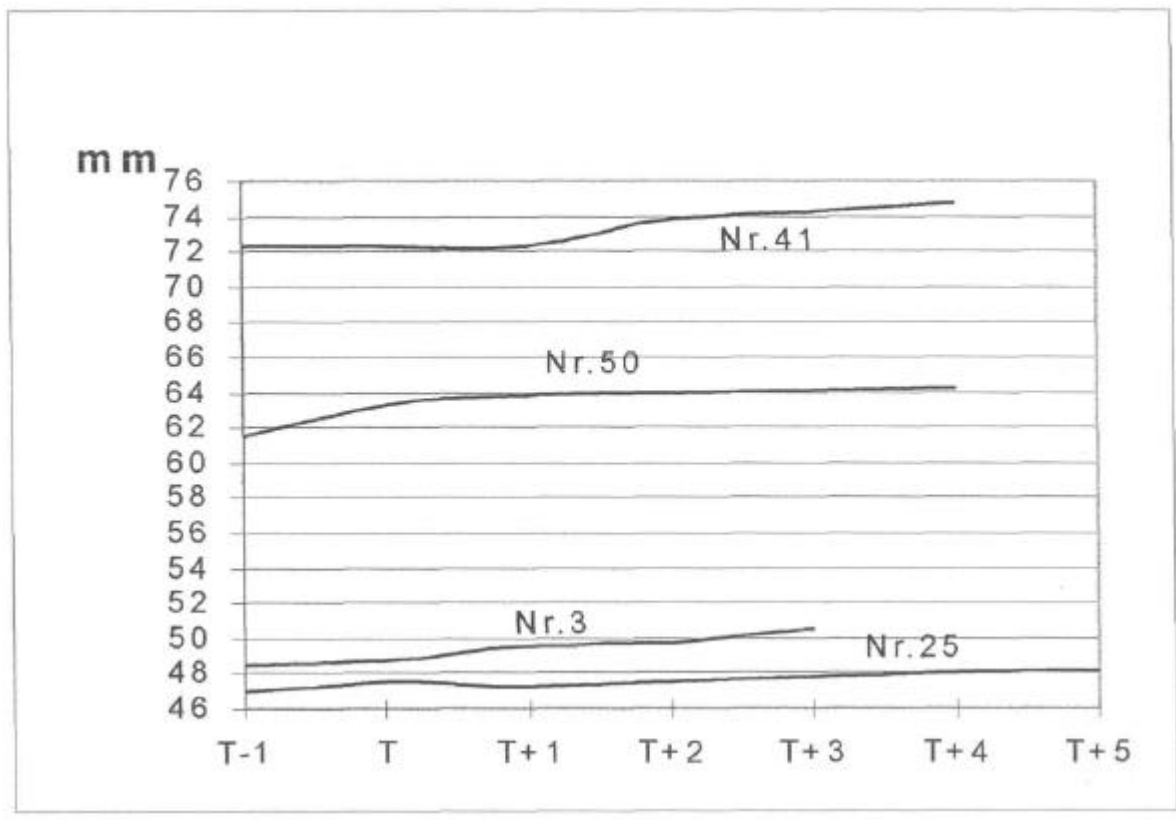


Abb. 44: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen Pg-NS_P (Länge der Mandibula - basal) bei den Probanden Nr. 3, 25, 41 und 50 in den Zeiträumen T-1 bis T+3 (bzw. bis T+4 oder T+5).

Vertikales Kieferwachstum (Einzelergebnisse)

NS_{MX} -NSL (Höhe der Maxilla - basal) Abb. 45

T-1 bis T

Eine Vergrößerung der basalen Maxillahöhe außerhalb des Methodenfehlers lag bei keinem der vier Probanden vor.

T bis Ende der Meßreihe

Eine Vergrößerung der basalen Maxillahöhe außerhalb des Methodenfehlers lag bei Proband Nr. 41 um 2mm (T+4) vor. Die übrigen drei Probanden wiesen keine Vergrößerung außerhalb des Methodenfehlers auf.

NS_{MD} - NSL (Höhe der Mandibula - basal) Abb. 46

T-1 bis T

Eine Vergrößerung der basalen Mandibulahöhe Methodenfehlers lag bei keinem der vier Probanden vor.

T bis Ende der Meßreihe

Eine Vergrößerung der basalen Mandibulahöhe außerhalb des Methodenfehlers lag bei Proband Nr.41 um 1,75mm (T+4) vor. Die übrigen drei Probanden wiesen keine Vergrößerung außerhalb des Methodenfehlers auf.

Ergebnisse

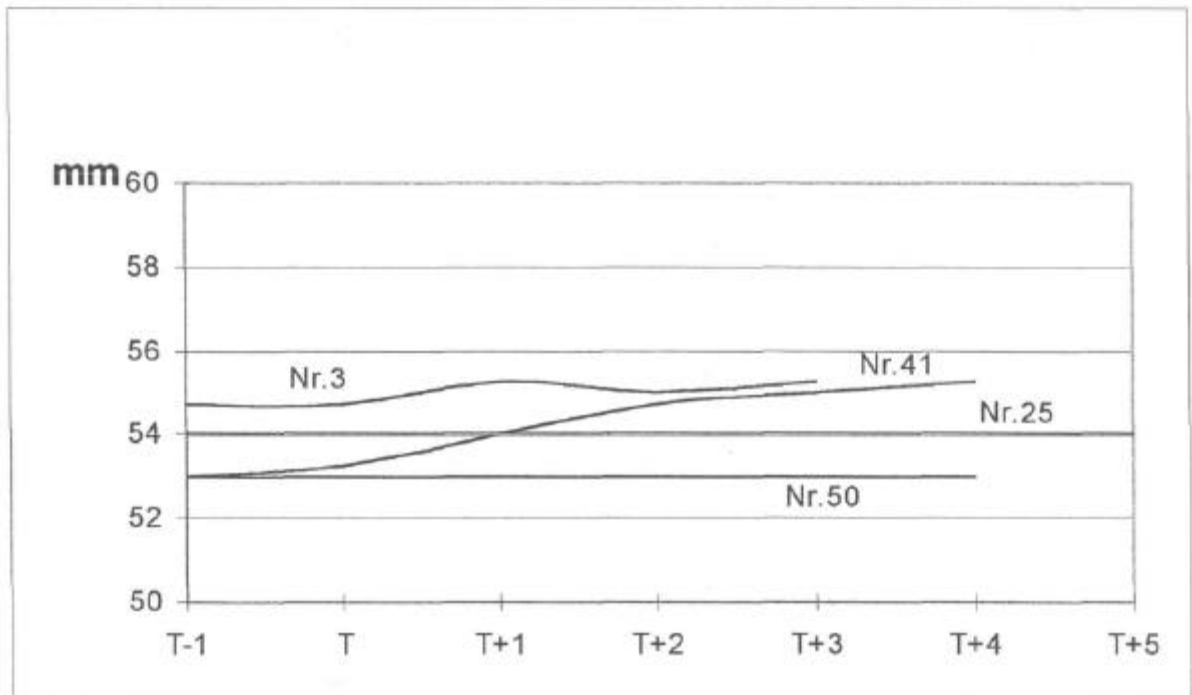


Abb. 45: individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen NS_{Mx} -NSL (Höhe der Maxiäa - basa!) bei den Probanden Nr.3, 25, 41 und 50 in den Zeiträumen T-1 bis T+3 (bzw. bis T+4 oder T+5).

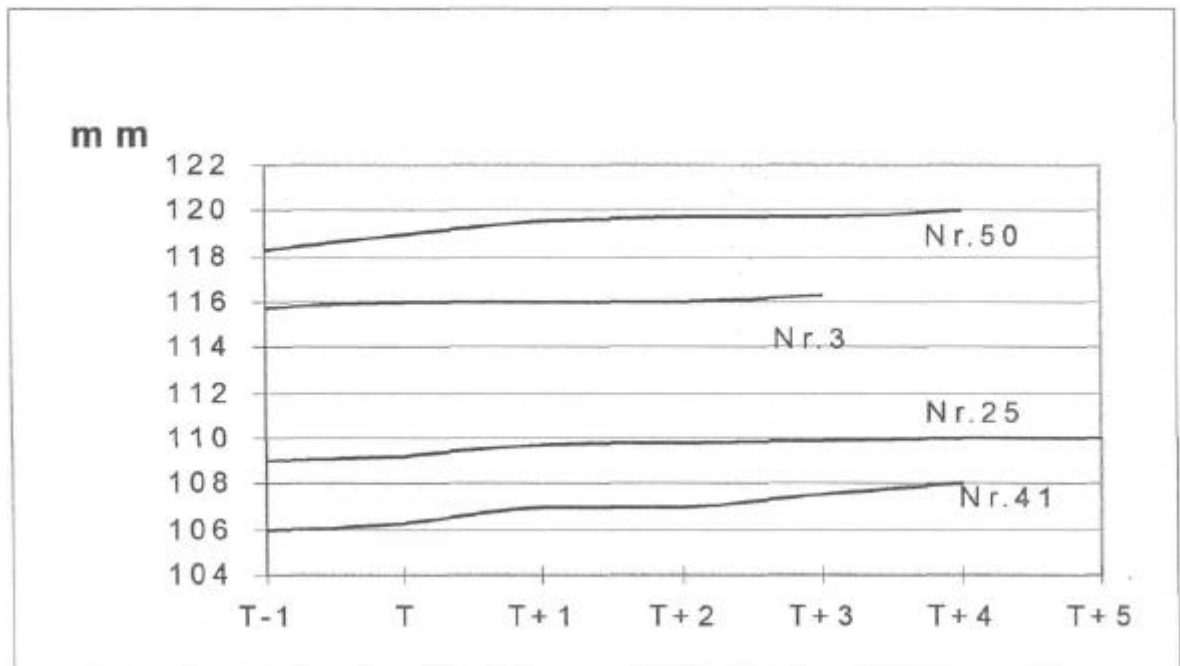


Abb. 46: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen NS_{Md} -NSL (Höhe der Mandibula - basal) bei den Probanden Nr.3, 25, 41 und 50 in den Zeiträumen T-1 bis T+3 (bzw. bis T+4 oder T+5).

Is-NSivix (Höhe der Maxilla - dentoalveolär) Abb. 47

T-1 bis T

Eine Vergrößerung der dentoalveolären Maxillahöhe außerhalb des Methodenfehlers lag bei keinem der vier Probanden vor.

T bis Ende der Meßreihe

Eine Vergrößerung der dentoalveolären Maxillahöhe außerhalb des Methodenfehlers lag bei Proband Nr.25 um 0,5mm (T+5) und bei Nr.50 um 0,75mm (T+4) vor. Die übrigen zwei Probanden wiesen keine Vergrößerung außerhalb des Methodenfehlers auf.

(Höhe der Mandibula - dentoalveolär) Abb. 48

T-1 bis T

Eine Vergrößerung der dentoalveolären Mandibulahöhe außerhalb des Methodenfehlers lag bei keinem der vier Probanden vor.

T bis Ende der Meßreihe

Eine Vergrößerung der dentoalveolären Mandibulahöhe außerhalb des Methodenfehlers lag bei Proband Nr.3 (T+3) und bei Nr.25 (T+5) jeweils um 1mm vor. Die übrigen zwei Probanden wiesen keine Vergrößerung außerhalb des Methodenfehlers auf.

Ergebnisse

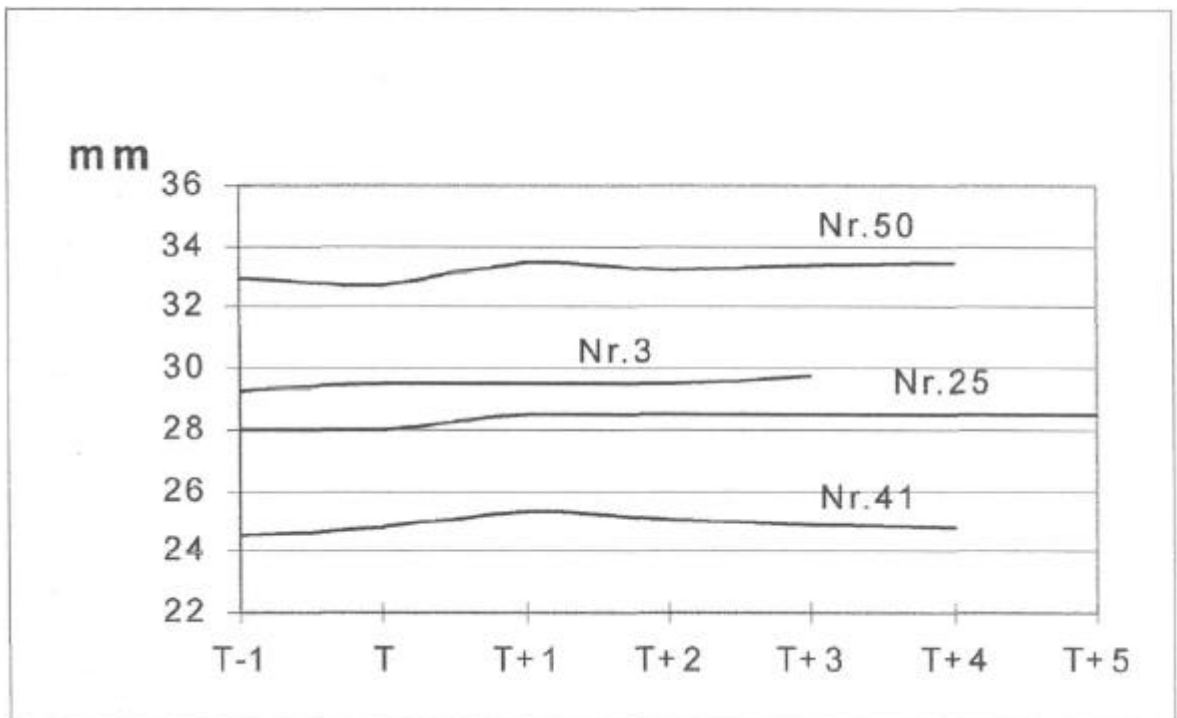


Abb. 47: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen Is-NSMx (Höhe der Maxilla - dentoalveolär) bei den Probanden Nr. 3, 25, 41 und 50 in den Zeiträumen T-1 bis T+3 (bzw. bis T+4 oder T+5).

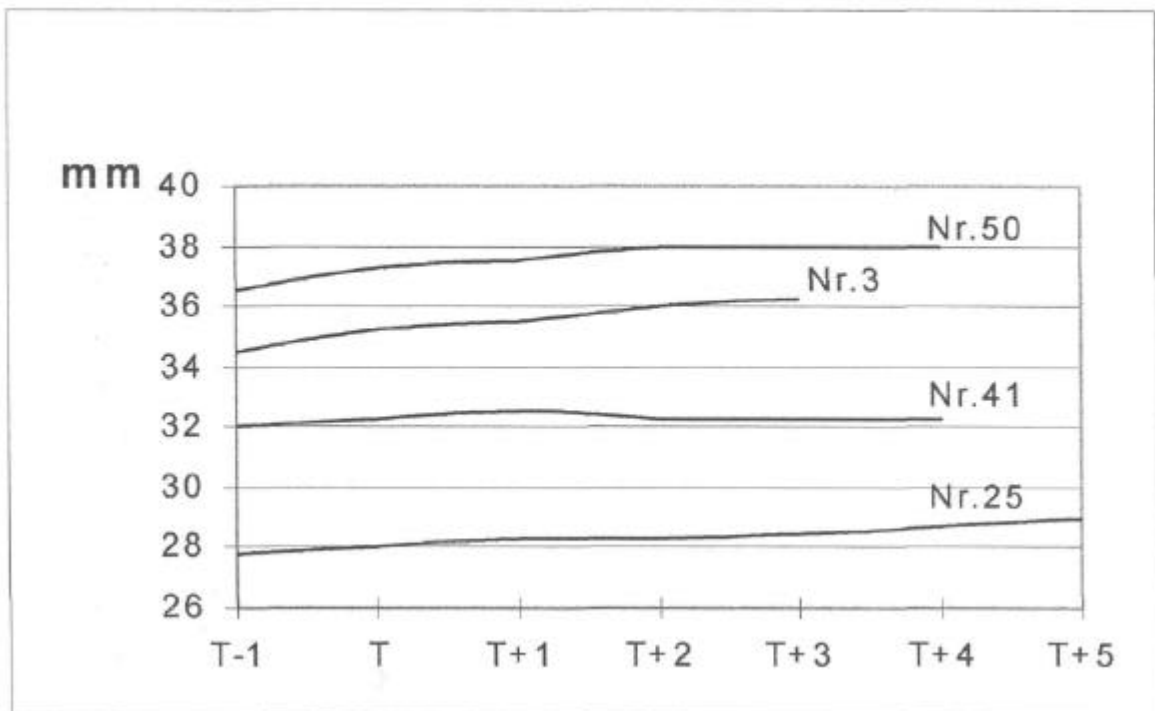


Abb. 48: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen li-NSMd (Höhe der Mandibula - dentoalveolär) bei den Probanden Nr. 3, 25, 41 und 50 in den Zeiträumen T-1 bis T+3 (bzw. bis T+4 oder T+5).

Sagittales/Vertikales Kieferwachstum (Einzelergebnisse)

S-Pgn (Diagonale Länge des Schädels) Abb. 49

T-1 bis T

Eine Vergrößerung der diagonalen Schädellänge außerhalb des Methodenfehlers lag bei den Probanden Nr.25 um 0,5mm, Nr.41 um 0,75mm und Nr.50 um 1mm vor. Der Proband Nr.3 wies keine Vergrößerung außerhalb des Methodenfehlers auf.

T bis Ende der Meßreihe

Eine Vergrößerung der diagonalen Schädellänge außerhalb des Methodenfehlers lag bei Proband Nr.3 um 0,75mm (T+3), bei Nr.25 um 1mm (T+5), bei Nr.41 um 2,5mm (T+4) und bei Nr.50 um 1,25mm (T+4) vor.

Ergebnisse

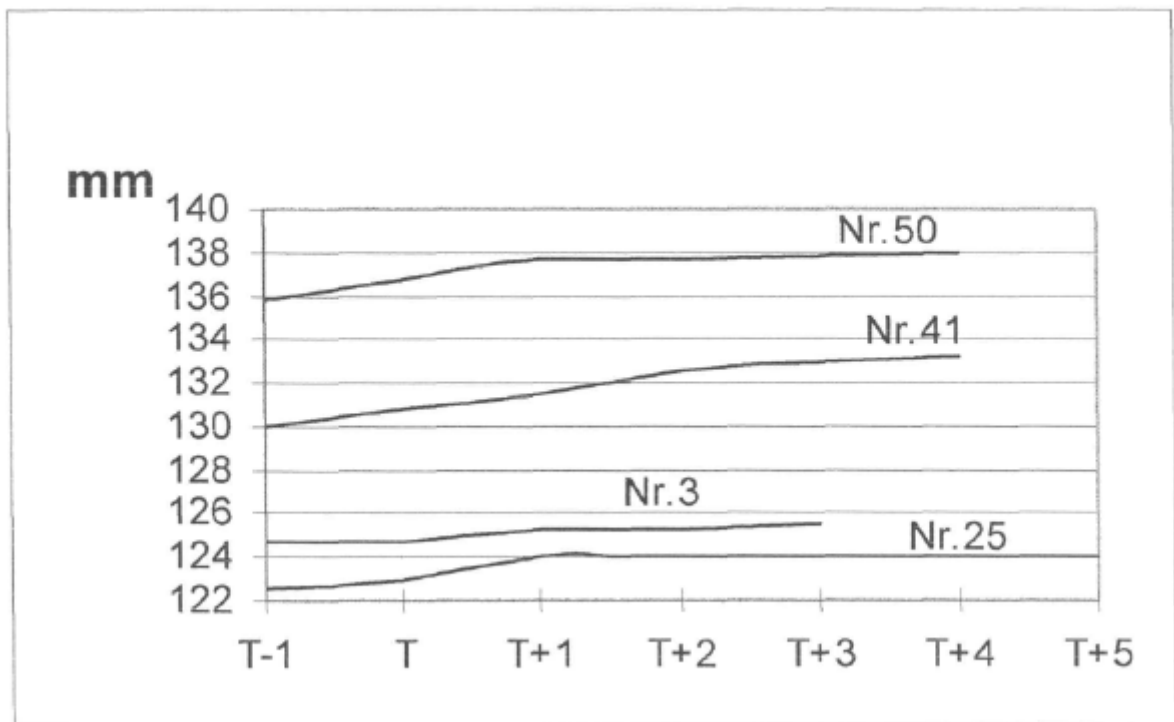


Abb. 49: Individuelle Wachstumsveränderungen der Variablen S-Pgn (Diagonale Länge des Schädels) bei den Probanden Nr.3, 25, 41 und 50 in den Zeiträumen T-1 bis T+3 (bzw. bis T+4 oder T+5).

Ergebnisse

In Tab. 4 wurden die Einzelfallergebnisse, die außerhalb des Methodenfehlers lagen, zusammengefasst.

Tab. 4; Veränderungen der Meßvariablen bei den Probanden Nr.3, 25, 41 und 50 in den einzelnen Untersuchungszeiträumen. Nur Veränderungen, die außerhalb des Methodenfehlers lagen, wurden angegeben.
(Gemittelter Wert aus zwei Messungen)

Variable (mm)	Nr.3		Nr.25		Nr.41		Nr.50	
	T-1 bis T	T bis T+3	T-1 bis T	T bis T+5	T-1 bis T	T bis T+4	T-1 bis T	T bis T+4
N-S	-	+ 1,00	-	+0,75	-	+ 1,25	-	+0,75
Ss-NSp	-	+0,75	-	-	-	+1,25	+0,75	-
Pg-NSp	-	+1,75	-	+0,75	-	+2,50	+1,75	+1,00
NS _{MX} -NSL	-	-	-	-	-	+2,00	-	-
NS _{Md} -NSL	-	-	-	-	-	+1,75	-	-
Is- NS _{Mx}	-	-	-	+0,50	-	-	-	+0,75
li- NS _{Md}	-	+1,00	-	+1,00	-	-	-	-
S-Pgn	-	+0,75	+0,5	+1,00	+0,75	+2,50	+1,00	+ 1,25

6 DISKUSSION

Zahlreiche Studien belegen das Interesse ob Knochen- und Weichteilwachstum noch in der Erwachsenenphase stattfindet. Bereits 1936 beschrieb Hrdlicka ein Wachstum des Kopfes bis in das fünfte Lebensjahrzehnt. Auch Johnson (1966) war der Ansicht, daß Knochenwachstum lebenslang fortbestehen kann. Israel (1973) stellte fest, daß dieses Wachstum nicht nur an Röhrenknochen, sondern auch an Wirbelsäule und Schädel vorkommen kann. Behrents (1985) führte FRS-Auswertungen durch, um ein Gesichtsschädelwachstum bei Probanden im Alter von 17 bis 83 Jahren zu untersuchen und kam zu dem Ergebnis, daß Kieferwachstum bis zum 35. Lebensjahr fortbestehen kann. In den oben genannten Studien wurden die Probanden jedoch lediglich nach chronologischem Alter unterteilt. Ein Zusammenhang zwischen den Reifestadien der Handknochen, die nur sehr vage mit dem chronologischen Alter zusammenhängen (siehe Hägg und Taranger 1980 und Abb.4 auf S.8), und Wachstumsveränderungen des Gesichtsschädels wurde allerdings nicht untersucht.

6.1 Material

In dieser Studie wurden Fernröntgenseitenbilder des Kopfes (FRS) und Handröntgenbilder von 56 Patienten im Alter von 14 bis 21 Jahren untersucht. Es bestand mit 25 weiblichen und 31 männlichen Probanden eine relativ gleichmäßige Geschlechterverteilung.

Die untersuchten Röntgenbilder wurden bei allen Patienten mindestens drei Jahre nach Ende der kieferorthopädischen Behandlung angefertigt. So konnte weitgehend verhindert werden, daß durch kieferorthopädische Behandlung entstandene Veränderungen die Messergebnisse beeinflussen, und daß eventuelle Rezidive der Behandlung noch eintreten würden.

6.2 Methode

Die Beurteilung der Stadien R-IJ und R-J der Handröntgenbilder erfolgte von zwei verschiedenen Personen (der Autorin und dem Betreuer dieser Arbeit) unabhängig voneinander. So konnte sichergestellt werden, daß die zu untersuchenden FRS dem entsprechenden Zeitpunkt (R-IJ bzw. R-J) richtig zugeordnet wurden.

Im Stadium R-IJ ist die Verknöcherung des Radius fast abgeschlossen, es besteht nur eine kleine Einkerbung an einer oder an beiden Seiten, bei R-J hingegen sind Epiphyse und Diaphyse des Radius bereits vollständig verknöchert. War eine noch so geringe Einkerbung zu erkennen, galt das Stadium als R-IJ. Da von jedem Probanden im Abstand eines Jahres aufgenommene Handröntgenbilder (R-IJ und R-J) vorlagen, konnte man sicher davon ausgehen, daß der definierte Zeitpunkt R-J sich nicht mehr als ein Jahr vom tatsächlichen Eintritt des Stadiums R-J unterschied.

Um vergleichbare Meßergebnisse bei der FRS-Analyse zu erhalten, wurde die Vergrößerung der FRS anhand der Eichlinie auf den Röntgenbildern überprüft. Einzelne Röntgenbilder der untersuchten Probanden, deren Vergrößerung sich von den Übrigen unterschied, wurden nicht ausgewertet. Das Durchzeichnen der FRS und das Messen der Variablen wurde von derselben Person (der Autorin dieser Arbeit) vorgenommen. Hiermit wurde der Nachteil andersartiger Durchführung und Beurteilung verschiedener Untersucher ausgeschaltet.

Die Durchzeichnungen und Streckenmessungen wurden in zwei Durchgängen, die mindestens eine Woche auseinanderlagen, durchgeführt. Die gemittelten Werte beider Messungen wurden schließlich als eigentliche Meßwerte verwendet. Bei einer Meßgenauigkeit von 0,5mm lag der Methodenfehler im Mittel bei 0,72mm. Bei der Auswertung der Wachstumsveränderungen wurden nur diejenigen Veränderungen berücksichtigt, die außerhalb des Methodenfehlers lagen.

Acht Meßvariablen (drei sagittale, vier vertikale und eine diagonale) wurden dargestellt und auf ihre Veränderung in den einzelnen Zeitabschnitten (ein Jahr vor bis 1-5 Jahre nach Eintritt des R-J-Stadiums) untersucht.

6.3 Methodenfehler

Das Spektrum der Methodenfehler der acht Meßvariablen ist mit 0,37mm bis 1,24mm verhältnismäßig breit. Die niedrigsten Methodenfehler liegen bei der basalen Schädellänge (0,37mm) und der diagonalen Schädellänge (0,4mm) vor. Diese Meßstrecken beziehen sich beidseitig auf eindeutige anatomische Strukturen. Um aber die basale Maxilla- bzw. Mandibulalänge zu ermitteln, mußte zunächst eine Senkrechte zur Schädelbasisgrundebene (NS) zeichnerisch festgelegt werden. Die Methodenfehler der an einem Streckenende konstruierten Meßstrecken "basale Maxillalänge" (0,66mm) und "basale Mandibulalänge" (0,85mm) vergrößerten sich dadurch. Bei einer Senkrechten von 100mm Länge wirkt sich eine Meßungenauigkeit von $\pm 0,5^\circ$ mit einer Änderung der Meßstrecke von 1,7mm aus [$2 \times (\sin 0,5^\circ \times 100\text{mm})$]. Die Meßungenauigkeit wächst mit dem Abstand zu dem festen Referenzpunkt (siehe Abb. 50). Dasselbe Problem ergibt sich bei der Messung der basalen Mandibulahöhe (mit einem Methodenfehler von 1,24mm) und der dentoalveolären Mandibulahöhe (mit einem Methodenfehler von 0,98mm).

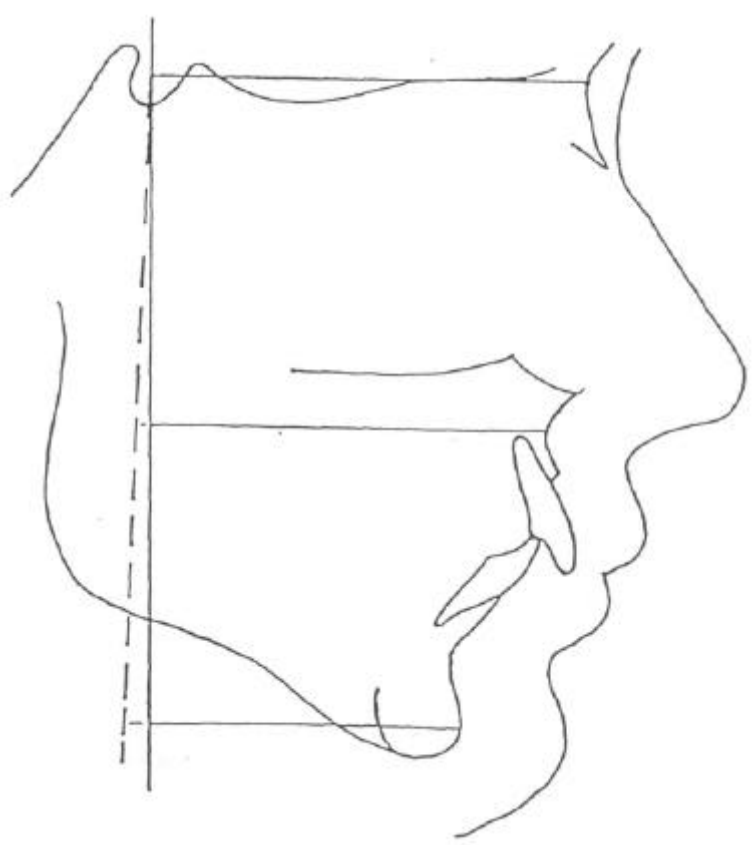


Abb. 50: Vergrößerung des Methodenfehlers durch konstruierte Meßvariablen

6.4 Ergebnisse

Zeitraum von R-IJ bis R-J (S.24-33)

Obwohl in diesem Zeitraum der Radius nicht vollständig verknöchert war, ist es doch wichtig, die hier aufgetretenen Veränderungen zu erwähnen, um zwischen diesem und dem folgenden Zeitraum vergleichen zu können. Die Länge der Schädelbasis vergrößerte sich bei 32,1% der Probanden, ein Wachstum der basalen Länge der Maxilla fand bei 33,9% der Probanden statt und die basale Länge der Mandibula vergrößerte sich bei 25% der Probanden.

Weiterhin lag eine vertikale basale bzw. dentoalveoläre Wachstumsveränderung der Maxilla in diesem Zeitraum bei 5,4% bzw. 8,9% der Probanden vor. Im Gegensatz dazu waren die vertikalen basalen bzw. dentoalveolären Wachstumsveränderungen der Mandibula mit 12,5% bzw. 16,1% frequenter. Außerdem waren die dentoalveolären Veränderungen der Mandibula wie auch der Maxilla häufiger als die basalen (Behrents, 1985). Maximale dentoalveoläre Wachstumsveränderungen lagen in diesem Zeitraum bei 1mm (Maxilla) und 2,75mm (Mandibula).

Wachstumsveränderungen der diagonalen Länge des Schädels lagen bei 64,3% der Probanden vor. Die im Verhältnis zu den übrigen Meßstrecken häufigen Veränderungen dieser Variablen lassen sich so erklären, daß sich in der Meßstrecke "diagonale Länge des Schädels" die gesamten basalen und dentoalveolären Wachstumsveränderungen in sagittaler und vertikaler Richtung summieren. Zudem ist diese Strecke mit durchschnittlich etwa 130mm die längste und der Methodenfehler mit 0,4mm sehr gering (siehe S. 80).

Stellt man einen Zusammenhang zwischen der Größe des Methodenfehlers und der Häufigkeit der Wachstumsveränderungen her, läßt sich erkennen, daß die beiden Meßvariablen mit dem geringsten Methodenfehler sowohl in diesem als auch in den folgenden Zeiträumen die häufigsten Wachstumsveränderungen aufwiesen. Eine große Rolle spielt dabei die Länge der Meßstrecke. Wachstumsveränderungen machen sich an längeren Meßstrecken deutlicher bemerkbar als an kürzeren (siehe S. 79). So läßt sich unter anderem erklären, daß Veränderungen der basalen Höhe der Mandibula (mit etwa 110mm Länge) trotz des hohen Methodenfehlers häufiger vorkamen als die der basalen Höhe der Maxilla (mit etwa 55mm Länge). An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß die Messung der basalen Höhe der Mandibula ein Ausdruck der totalen Gesichtshöhe ist, bei welcher die vertikalen Veränderungen der Maxilla (basal und dentoalveolär) mit einbezogen sind (siehe S. 17, Abb.8).

Im Umkehrschluß lassen jedoch die Resultate erkennen, daß zwischen 66% und 94% der Probanden in diesem Zeitraum keine Wachstumsveränderung in sagittaler oder vertikaler Richtung außerhalb der Methodenfehler aufwiesen. 86% der Probanden wiesen Veränderungen von weniger als 1mm auf.

Zeitraum nach R-J (S.34-65)

Auch wenn das Stadium R-J mit Sicherheit bereits eingetreten war, waren deutliche Wachstumsveränderungen zu beobachten. In den ersten zwei Jahren nach eingetretenem Handröntgenstadium R-J wiesen 49,1% der Probanden ein basales Wachstum der Schädelbasis auf, die basale Maxillallänge vergrößerte sich bei 25,3% der Probanden und die basale Länge der Mandibula bei 33,1% der Probanden. Basale diagonale Wachstumsveränderungen des Schädels lagen bei 76,9% der Probanden vor.

Vertikale basale bzw. dentoalveoläre Wachstumsveränderungen der Maxillahöhe fanden sich bei 7,9% bzw. bei 20% der Probanden. Entsprechende basale bzw. dentoalveoläre Wachstumsveränderungen der Mandibulahöhe waren frequenter als die der Maxilla und lagen bei 19,3% bzw. 10% der Probanden vor. Ob, und wenn ja, warum sich Wachstumsveränderungen der Maxilla und der Mandibula tatsächlich so stark unterscheiden, könnte bei einer größeren Probandenzahl genauer untersucht werden.

Der Anteil der Probanden, die nach abgeschlossenem R-J-Stadium eine Wachstumsveränderung von weniger als 1mm vorwiesen, lag bei 81%.

Die Häufigkeit der gemessenen Wachstumsveränderungen im Zeitraum vor und nach eingetretenem Stadium R-J unterschied sich wenig. Die Maximalwerte der Veränderungen der einzelnen Variablen waren allerdings, wie zu erwarten war, nach R-J durchschnittlich etwas niedriger als vor R-J. Die Maximalwerte lagen nach R-J im Durchschnitt bei 1,6mm, im Unterschied zu 2mm im Zeitraum R-IJ bis R-J. Der absolut höchste Wert nach R-J wurde mit 2,5mm (im Gegensatz zu 3,25mm im Zeitraum R-IJ bis R-J) gemessen.

Maximale dentoalveoläre Wachstumsveränderungen unterschieden sich beim Vergleich der Zeiträume vor und nach R-J nur wenig. Sie lagen im Zeitraum nach R-J bei 1,75mm (Maxilla) und 1,25mm (Mandibula), im Zeitraum R-IJ bis R-J dagegen bei 1mm (Maxilla) und 2,75mm (Mandibula).

6.5 Geschlechtsunterschiede

Sowohl im Zeitraum vor als auch nach eingetretenem Stadium R-J waren Geschlechtsunterschiede zu erkennen. Wie allgemein bekannt, hält Körperwachstum bei Männern länger an und ist auch deutlicher ausgeprägt als bei Frauen (Taranger, Hägg, 1980). Dies entspricht auch den Ergebnissen dieser Studie. Im Durchschnitt war die gemessene Wachstumsveränderung zwischen R-IJ und R-J bei den männlichen Probanden 1,5 mal größer als bei den weiblichen. Nach eingetretenem R-J-Stadium lag das Verhältnis sogar bei 2,7. Im Allgemeinen war aber die prozentuale Häufigkeit des Auftretens einer Wachstumsveränderung bei männlichen Probanden nur unbedeutend höher als bei den weiblichen. Die einzelnen Wachstumsveränderungen sind also bei den männlichen Probanden im Durchschnitt deutlich höher, jedoch nicht wesentlich frequenter als bei den weiblichen.

Auch die maximal erreichte Wachstumsveränderung lag bei den männlichen Probanden auffallend höher als bei den weiblichen. Bei 31 von 32 Streckenmessungen (acht Variablen in vier untersuchten Zeitintervallen) waren es jeweils männliche Probanden, die die größte Veränderung aufwiesen. Nur bei einer Streckenmessung war es ein weiblicher Proband, der die größte Veränderung erkennen ließ (es handelt sich hier um die Meßvariable "dentoalveoläre Höhe der Maxilla" im Zeitraum R-IJ bis R-J, siehe S. 29).

Größere Wachstumsveränderungen (solche, die 0,5mm oder mehr außerhalb des Methodenfehlers lagen) kamen bei männlichen Probanden um 16,4% häufiger vor. Betrachtet man beispielsweise die Wachstumsveränderungen der diagonalen Länge des Schädels von 1mm oder mehr nach eingetretenem R-J-Stadium, erkennt man, daß der Anteil der männlichen Probanden bei 58% lag, der der weiblichen nur bei 15%. Je größer also die Veränderung, desto kleiner der Anteil der weiblichen, und desto größer der Anteil der männlichen Probanden

6.6 Bedeutung der Ergebnisse für Kieferorthopädie, Kieferchirurgie und Zahnimplantologie

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, wird das Handröntgenstadium R-J für die Festlegung der Retentionsdauer nach kieferorthopädischer Behandlung und für die zeitliche Planung von kieferchirurgischen Eingriffen und von Insertionen von Zahnimplantaten verwendet. Die vertikalen dentoalveolären Veränderungen, die nach Eintritt des Stadiums R-J auftreten, spielen vor allem für die Implantatinsertionen eine Rolle. Beim Fehlen eines Zahnes kann die Insertion eines Einzelzahnimplantates die beste Lösung sein, denn im kariesfreien Gebiß ist das Beschleifen der Nachbarzähne für einen Brückenersatz des fehlenden Zahnes nur bedingt empfehlenswert und ein kieferorthopädischer Lückenschluß kann schwierig sein und auch ästhetische Nachteile haben. Da Implantate jedoch ankylotisch mit dem Kieferknochen verbunden sind, kann bei fortbestehendem vertikalem dentoalveolärem Wachstum nach Setzen des Implantates eine vertikale Stufe zwischen dem Implantatzahn und seinen Nachbarzähnen auftreten (siehe S.2, Abb.1). Im Frontzahnggebiet kann schon eine Stufe von 0,5mm große ästhetische Nachteile haben. Im Seitenzahnggebiet kann eine Infraokklusion entstehen und Myoarthropathien sowie Kiefergelenksbeschwerden können die Folge sein (Marxkors 1993).

Sowohl bei der Festlegung der Retentionsdauer nach kieferorthopädischer Behandlung als auch bei der Planung von kieferchirurgischen Eingriffen sind basale und dentoalveoläre Veränderungen von weniger als einem Millimeter, so wie sie bei 81% der Probanden vorkamen, zu vernachlässigen. Doch auch hier sollte bedacht werden, daß sich einzelne Probanden fanden, die größere Veränderungen aufwiesen. Bei der Messung der diagonalen Länge des Schädels lag in dieser Studie in einzelnen Fällen eine Wachstumszunahme bis zu 2,25mm nach eingetretenem R-J-Stadium vor.

Diskussion

Betrachtet man nur die dentoalveolären Veränderungen, die, wie erwähnt für die Implantologie von besonderer Bedeutung sind, erkennt man, daß sich die maximalen vertikalen Wachstumsveränderungen für die oberen Incisivi (1,25mm) und die unteren Incisivi (1,75mm) nach eingetretenem R-J-Stadium wenig unterscheiden. Ob Insertionen von Zahnimplantaten im Ober- oder Unterkiefer stattfinden können, macht also klinisch keinen Unterschied. Auch Probanden, die bis zu fünf Jahre nach Eintreten des R-J-Stadiums untersucht wurden, wiesen vergleichbare Maximalwerte der Vergrößerung der maxillären dentoalveolären Höhe (0,75mm), bzw. mandibulären dentoalveolären Höhe (1mm) auf.

Wann das Kieferwachstum nach eingetretenem R-J-Stadium völlig abgeschlossen ist, könnte bei einer größeren Probandenzahl, die über einen längeren Zeitraum nach R-J untersucht wird, geprüft werden.

7 SCHLUSSFOLGERUNG

Die Majorität der Probanden (81%) wies bis zu zwei Jahre nach eingetretenem R-J-Stadium Wachstumsveränderungen sagittaler und vertikaler dentoalveolärer und basaler Meßstrecken von weniger als 1 mm auf.

Da Wachstumsveränderungen der Größenordnung unter 1mm weder für die Kieferorthopädie noch für die Kieferchirurgie eine praktische Bedeutung haben, eignet sich das Handröntgenstadium R-J für diese Bereiche weiterhin als Indikator für abgeschlossenes Kieferwachstum.

Lediglich in der Zahnimplantologie kann ein vertikales dentoalveoläres Wachstum von 0,5mm einen Mißerfolg bedeuten. Bei der Planung eines Zahnimplantates empfiehlt es sich deshalb, mit der Implantatinserterion noch einige Jahre nach Eintreten des R-J Stadiums zu warten, um eine Stufenbildung zwischen Implantat und natürlichem Nachbarzahn zu vermeiden.

Bei wichtigen Entscheidungen sowohl in der Kieferorthopädie, Kieferchirurgie als auch in der Zahnimplantologie, sollte man jedoch berücksichtigen, daß einige Probanden auch nach eingetretenem R-J-Stadium noch Wachstumsveränderungen sagittaler und vertikaler dentoalveolärer sowie basaler Meßstrecken von bis zu 2,5mm aufweisen können.

Weiterhin zeigten männliche Probanden nach eingetretenem R-J-Stadium häufigere Veränderungen und höhere Maximalwerte als weibliche Probanden auf.

8 ZUSAMMENFASSUNG

8.1 Zusammenfassung

Ziel dieser Untersuchung war es festzustellen, ob nach Eintreten des Handröntgenstadiums R-J (vollständige knöcherne Vereinigung der Epiphyse und Diaphyse des Radius) noch sagittales und / oder vertikales, basales und dentoalveoläres Kieferwachstum stattfindet, und wie groß dieses Wachstum ist. Im speziellen sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- Ist das Ausmaß des Kieferwachstums nach Eintreten des Stadiums R-J, wenn überhaupt vorhanden, so groß, daß es eine praktische Bedeutung für Kieferorthopädie, Kieferchirurgie oder Implantologie hat?
- Lassen sich Geschlechtsunterschiede erkennen?
- Ist das Handröntgenstadium R-J als Indikator für abgeschlossenes Kieferwachstum weiterhin geeignet?

Handröntgenbilder sowie zeitgleich aufgenommene Fernröntgenseitenbilder des Kopfes (FRS) von 56 Probanden (31 männlichen und 25 weiblichen) im Alter von 14 bis 21 Jahren wurden ausgewertet. Es lagen FRS von bis zu fünf Jahren nach Eintritt des R-J-Stadiums vor. Acht Meßvariablen (drei basale sagittale, zwei basale vertikale, zwei dentoalveoläre vertikale und eine basale diagonale) wurden auf ihre Veränderung in einzelnen Zeitabschnitten (1 Jahr vor bis 1-5 Jahre nach Eintritt des R-J-Stadiums) untersucht. Es wurde mit einer Genauigkeit von 0,5mm gemessen. Der Methodenfehler lag im Mittel bei 0,72mm.

Zusammenfassung

Die Untersuchung kam zu folgenden Ergebnissen:

- Auch wenn innerhalb von zwei Jahren nach eingetretenem R-J-Stadium 81% der Probanden Wachstumsveränderungen von weniger als einem Millimeter aufwiesen:
 - traten sagittale basale Wachstumsveränderungen von 0,5mm bis 2,5mm bezüglich der Schädelbasislänge bei 46,7%, der Mandibulalänge bei 33,3% und der Maxillalänge bei 30% der Probanden auf.
 - traten vertikale basale Wachstumsveränderungen von 0,75mm bis 2,5mm bezüglich der Maxillahöhe bei 3,3% und in der Mandibulahöhe bei 20% der Probanden auf.
 - traten vertikale dentoalveoläre Wachstumsveränderungen von 0,75mm bis 2,5mm in der Mandibula bei 20% und der Maxilla bei 36,7% der Probanden auf.
 - trat diagonales basales Schädelwachstum von 0,5mm bis 2,25mm bei 73,3% der Probanden auf.
- Die prozentuale Häufigkeit des Auftretens einer Wachstumsveränderung nach R-J war bei männlichen Probanden unbedeutend höher als bei weiblichen. Die maximal erreichten Wachstumsveränderungen waren jedoch bei männlichen Probanden auffallend höher als bei weiblichen.
- Da Wachstumsveränderungen der Größenordnung unter 1mm weder für die Kieferorthopädie noch für die Kieferchirurgie eine praktische Bedeutung haben, eignet sich das Handröntgenstadium R-J für diese Bereiche (in den meisten Fällen) weiterhin als Indikator für abgeschlossenes Wachstum.
- Lediglich in der Zahnimplantologie kann schon ein vertikales dentoalveoläres Wachstum von 0,5mm kritisch sein. Es empfiehlt sich deshalb, bei der Planung eines Zahnimplantates mit der Implantatinserterion noch einige Jahre nach Eintreten des R-J-Stadiums zu warten, um eine Stufenbildung zwischen Implantat und natürlichem Nachbarzahn zu vermeiden.

Summary

8.2 Summary

The purpose of this study was to determine if sagittal or vertical, skeletal or dentoalveolar facial-growth takes place after the occurrence of the handwrist-stage R-J (complete union of the radius epiphysis and diaphysis). The following questions were of interest:

- Is the dimension of facial growth after the occurrence of the handwrist-stage R-J -if existing at all- of such an extent, that it has any importance in orthodontics, orthognathic-surgery or implantology?
- Are gender differences perceptible?
- Is the R-J stage still a reliable indicator for completed facial growth?

Handwrist and profile roentgenograms from 56 subjects (31 male and 25 female) aged 14 to 21 years were examined. The profile roentgenograms were taken up to five years after the handwrist-stage R-J had occurred. Eight cephalometric distances (three sagittal, four vertical and one diagonal) were recorded and the changes during different examination-periods (1 year before to 1-5 years after the R-J-stage) were assessed. The accuracy of the measurements was 0.5mm. The method error was 0.72mm, on average.

Summary

The investigation revealed the following results:

- Although 81% of the subjects showed growth-changes of less than 1mm during the time-period of two years after the occurrence of R-J:
 - sagittal skeletal growth changes between 0.5mm and 2.5mm were noticed for skull base length in 46.7%, for mandibular length in 33.3%, and for maxillary length in 30% of the subjects.
 - vertical skeletal growth changes between 0.75mm and 2.5mm were noticed for maxillary height in 3.3% and for mandibular height in 20% of the subjects.
 - vertical dentoalveolar growth changes between 0.75mm and 2.5mm were noticed for the mandibula in 20% and for the maxilla in 36.7% of the subjects.
 - diagonal skeletofacial growth changes between 0.5mm and 2.25mm were seen in 73.3% of the subjects.
- The frequency of growth changes occurring after R-J were in male subjects insignificantly larger than in females. The maximal amount of growth, however, was significantly larger in males.
- Since growth changes of less than 1mm have no practical importance in orthodontics and orthognathic surgery, the hand-wrist-stage R-J is (in most cases) still reliable as an indicator for completed facial growth.
- Only in tooth-implantology a vertical dentoalveolar growth of 0.5mm may be critical. Thus, when planing a tooth-implant, it is recommended to wait some years after the occurrence of R-J before placing the implant, to avoid a vertical step between the implant and natural neighbouring tooth.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1 BEHRENTS, R.G.:
Growth in the aging craniofacial skeleton
Monograph 17, Craniofacial Growth Series, Center for Human Growth
and Development,
The University of Michigan, Michigan, 1985

- 2 BJÖRK, A.:
Variations in the growth pattern of the human mandible: Longitudinal
radiographic study by the implant method.
J. Dent. Res. Supplement 1, 42:400-11, 1963

- 3 BOßHAMMER-JUNK, B.:
Bestimmung der skelettalen Reife mittels Handröntgen und Sonographie.
Diss. med. dent., Justus-Liebig-Universität Gießen, 1998

- 4 DAHLBERG, G.:
Statistical methods for medical and biological students
Interscience Publications, New York, 1940

- 5 GREULICH, W., PYLE, S.:
Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist
Stanford University Press, 2nd edition, Stanford, California, 1959

- 6 HÄGG, U., TARANGER, J.:
Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth
spurt
Acta Odontol. Scand.;38: 187-200, 1980

- 7 HASSEL, B., FARMAN, A.G.:
Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 107: 58-66, 1995
- 8 HRDLICKA, A.:
Growth during adult life
Proc. Am. Phil. Soc., 76: 847-897, 1936
- 9 ISRAEL, H.:
Age factor and the pattern of change in craniofacial structures
Am. J. Phys. Anthropol. 39: 111-128, 1973
- 10 JOHNSON, L.C.:
Kinetics of skeletal remodeling. In: Structural Organisation of the
Skeleton. A Symposium.
The National Foundation, New York, 1966
- 11 KAMINEK, M.:
Kieferorthopädische Therapie mit festsitzenden Apparaturen
Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1980
- 12 MARXKORS, R.:
Lehrbuch der Zahnärztlichen Prothetik
Hanser-Verlag, München, 1993
- 13 RUF, S., PANCHERZ, H.:
Frontal sinus development as indicator for somatic maturity at puberty?
Am. J. Orthod. 110: 467-482, 1992
- 14 SCHWENZER, N., GRIMM, G.:
Zahn-Mund-Kieferheilkunde, Band 2 (Spezielle Chirurgie)
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1981

- 15 TARANGER, J., HAGG, U.:
The timing and duration of adolescent growth
Acta Odontol. Scand. 38, 57-67, 1980
- 16 WAGNER, U., DIEDRICH, V., SCHMITT, O.:
Determination of skeletal maturity by ultrasound: a preliminary report
Skeletal. Radiolog. 24:417-420, 1995

10 ANHANG

Im folgenden werden die individuellen Streckenmessungen in Zusammenhang mit dem Alter der untersuchten Probanden dargestellt.

Tab. 5-12 zeigen die Streckenmessungen zum Zeitpunkt R-IJ.

Tab. 13-20 zeigen die Streckenmessungen zum Zeitpunkt R-J.

Tab. 21 - 28 zeigen die Streckenmessungen zum Zeitpunkt
ein Jahr nach R-J ($R-J+1$).

Tab. 29 - 36 zeigen die Streckenmessungen zum Zeitpunkt
zwei Jahre nach R-J ($R-J+2$).

Anhang

Tab. 5: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen N-S (basale Länge der Schädelbasis) im Handröntgenstadium R-IJ bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	14,9	72,5	73	72,75
2	17,7	73	73	73
3	14,4	71	71	71
4	16,6	73,5	73	73,25
5	15,6	72	72	72
6	17,4	71	72	71,5
7	14,7	69,5	69,5	69,5
8	15,3	74	73,5	73,75
9	17,0	70	70	70
10	17,4	71,5	71,5	71,5
11	15,9	67,5	67	67,25
12	16,6	73	72,5	72,75
13	13,8	72	72	72
14	15,1	72	72	72
15	16,5	75,5	76	75,75
16	12,5	73,5	73,5	73,5
17	15,3	74	73	73,5
18	16,1	67	67	67
19	14,9	74	74	74
20	14,3	77,5	77,5	77,5
21	18,0	72,5	72	72,25
22	15,2	72,5	72	72,25
23	15,8	77,5	76	76,75
24	17,8	74	74	74
25	15,4	71,5	70,5	71

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittel w.
26	16,7	68,5	69	68,75
27	16,8	82	82	82
28	17,4	80	80	80
29	17,3	72,5	72	72,25
30	16,1	73,5	74	73,75
31	17,6	76,5	76	76,25
32	17,0	84	85	84,5
33	18,9	76	76,5	76,25
34	18,0	77	78	77,5
35	17,6	78	77,5	77,75
36	16,8	81	80	80,5
37	18,7	72,5	73	72,75
38	17,6	81	81	81
39	16,6	82,5	82	82,25
40	17,4	76	75	75,5
41	15,7	79	79	79
42	18,4	77	77,5	77,25
43	16,9	78	78	78
44	18,8	83	82	82,5
45	18,0	80	80	80
46	14,8	81	80	80,5
47	17,1	80,5	81	80,75
48	17,8	73	73	73
49	16,9	77	77	77
50	15,2	80	80	80
51	16,1	72	72	72
52	16,6	75	74,5	74,75
53	18,4	76	76	76
54	18,8	76	76	76
55	19,6	77	77	77
56	16,7	75,5	75	75,25

Tab. 6: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen Ss-NSp (basale Länge der Maxilla) im Handröntgenstadium R-IJ bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	14,9	58,5	57	57,75
2	17,7	65,5	67	66,25
3	14,4	59	60	59,5
4	16,6	59,5	59	59,25
5	15,6	65	64	64,5
6	17,4	61	61	61
7	14,7	60	60,5	60,25
8	15,3	64	64,5	64,25
9	17,0	64	64	64
10	17,4	64	65	64,5
11	15,9	66,5	67	66,75
12	16,6	61	62	61,5
13	13,8	61	61,5	61,25
14	15,1	62	63	62,5
15	16,5	72	71,5	71,75
16	12,5	67	68	67,5
17	15,3	66,5	66	66,25
18	16,1	57	57	57
19	14,9	66,5	66	66,25
20	14,3	64	63,5	63,75
21	18,0	64,5	62	63,25
22	15,2	61	62	61,5
23	15,8	60	63	61,5
24	17,8	63,5	64	63,75
25	15,4	61,5	61,5	61,5

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	16,7	54,5	55	54,75
27	16,8	75,5	76	75,75
28	17,4	74,5	72	73,25
29	17,3	57	57	57
30	16,1	65	65	65
31	17,6	67	67	67
32	17,0	68,5	69,5	69
33	18,9	65,5	63,5	64,5
34	18,0	73	74	73,5
35	17,6	69	69	69
36	16,8	71,5	71,5	71,5
37	18,7	64,5	63	63,75
38	17,6	72	72	72
39	16,6	69,5	70	69,75
40	17,4	62,5	63	62,75
41	15,7	77	76,5	76,75
42	18,4	61,5	62,5	62
43	16,9	62	63,5	62,75
44	18,8	67	66	66,5
45	18,0	73	72	72,5
46	14,8	71	70	70,5
47	17,1	69,5	69,5	69,5
48	17,8	59	58,5	58,75
49	16,9	71	71,5	71,25
50	15,2	69,5	70	69,75
51	16,1	66	66	66
52	16,6	64	64	64
53	18,4	64	63,5	63,75
54	18,8	61	61,5	61,25
55	19,6	70	68,5	69,25
56	16,7	63	62,5	62,75

Tab. 7: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen Pg-NS_P (basale Länge der Mandibula) im Handröntgenstadium R-IJ bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	14,9	40,5	40	40,25
2	17,7	58	57,5	57,75
3	14,4	48	49	48,5
4	16,6	38,5	38,5	38,5
5	15,6	47,5	47	47,25
6	17,4	46	44,5	45,25
7	14,7	48	48	48
8	15,3	46	46	46
9	17,0	51,5	50	50,75
10	17,4	52	52,5	52,25
11	15,9	61,5	62	61,75
12	16,6	44,5	46	45,25
13	13,8	53	54	53,5
14	15,1	47	49	48
15	16,5	62,5	63,5	63
16	12,5	60	62	61
17	15,3	48	48	48
18	16,1	49	48	48,5
19	14,9	54,5	54	54,25
20	14,3	52,5	52	52,25
21	18,0	57,5	53	55,25
22	15,2	52	53	52,5
23	15,8	40	45,5	42,75
24	17,8	55,5	56,5	56
25	15,4	47	47	47

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	16,7	39,5	39	39,25
27	16,8	64	63,5	63,75
28	17,4	61,5	60	60,75
29	17,3	38,5	38	38,25
30	16,1	57	57,5	57,25
31	17,6	48	48,5	48,25
32	17,0	56	56	56
33	18,9	51,5	50,5	51
34	18,0	58	59	58,5
35	17,6	58	58	58
36	16,8	58	57	57,5
37	18,7	47,5	47	47,25
38	17,6	58	58	58
39	16,6	59	59,5	59,25
40	17,4	50	53	51,5
41	15,7	72	72,5	72,25
42	18,4	39,5	39	39,25
43	16,9	50	49	49,5
44	18,8	54	54	54
45	18,0	58	57,5	57,75
46	14,8	61	60,5	60,75
47	17,1	58,5	58	58,25
48	17,8	34	33,5	33,75
49	16,9	59,5	60	59,75
50	15,2	61	62	61,5
51	16,1	51	51	51
52	16,6	49,5	49	49,25
53	18,4	49	50	49,5
54	18,8	50	50	50
55	19,6	56	54,5	55,25
56	16,7	41	41	41

Anhang

Tab. 8: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen NS_Mx-NSL (basale Höhe der Maxilla) im Handröntgenstadium R-IJ bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	14,9	54,5	54,5	54,5
2	17,7	53	51,5	52,25
3	14,4	54,5	55	54,75
4	16,6	55	55	55
5	15,6	57,5	57,5	57,5
6	17,4	56,5	56	56,25
7	14,7	53	54	53,5
8	15,3	54	54,5	54,25
9	17,0	52	52,5	52,25
10	17,4	56,5	56	56,25
11	15,9	52	52,5	52,25
12	16,6	56	56	56
13	13,8	55	54	54,5
14	15,1	53	51	52
15	16,5	52,5	52	52,25
16	12,5	53	52,5	52,75
17	15,3	54	54	54
18	16,1	51	51	51
19	14,9	53	54	53,5
20	14,3	52,5	52	52,25
21	18,0	53	55	54
22	15,2	51	50	50,5
23	15,8	56,5	52	54,25
24	17,8	50,5	50,5	50,5
25	15,4	54	54	54

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	16,7	57,5	58,5	58
27	16,8	60	60	60
28	17,4	55	55	55
29	17,3	56	56,5	56,25
30	16,1	53,5	53,5	53,5
31	17,6	48,5	48	48,25
32	17,0	54	53,5	53,75
33	18,9	62,5	65	63,75
34	18,0	55,5	57,5	56,5
35	17,6	52	52,5	52,25
36	16,8	56	55	55,5
37	18,7	58	57,5	57,75
38	17,6	58	58	58
39	16,6	56	56	56
40	17,4	60	57	58,5
41	15,7	53	53	53
42	18,4	58,5	60	59,25
43	16,9	59	58,5	58,75
44	18,8	58	58,5	58,25
45	18,0	54,5	54,5	54,5
46	14,8	54,5	55	54,75
47	17,1	57	56	56,5
48	17,8	63	63	63
49	16,9	52	52	52
50	15,2	53	53	53
51	16,1	54	54	54
52	16,6	55	55	55
53	18,4	53	54	53,5
54	18,8	55	54	54,5
55	19,6	58,5	56,5	57,5
56	16,7	57	57	57

Tab. 9: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen NS_{md}-NSL (basale Höhe der Mandibula) im Handröntgenstadium R-IJ bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	14,9	116,5	120	118,25
2	17,7	111	110,5	110,75
3	14,4	116,5	115	115,75
4	16,6	109	111	110
5	15,6	110	110	110
6	17,4	116	124	120
7	14,7	101	101	101
8	15,3	115	115,5	115,25
9	17,0	106,5	106,5	106,5
10	17,4	117	117	117
11	15,9	109	111	110
12	16,6	113	111	112
13	13,8	111	107,5	109,25
14	15,1	100,5	101,5	101
15	16,5	113,5	113	113,25
16	12,5	114	113	113,5
17	15,3	110,5	110	110,25
18	16,1	105	106	105,5
19	14,9	103,5	104	103,75
20	14,3	116	116,5	116,25
21	18,0	110	110	110
22	15,2	110	109	109,5
23	15,8	118,5	115	116,75
24	17,8	103,5	105,5	104,5
25	15,4	109	109	109

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	16,7	111,5	114	112,75
27	16,8	123	123,5	123,25
28	17,4	127,5	128	127,75
29	17,3	117	117,5	117,25
30	16,1	114,5	114	114,25
31	17,6	118	118	118
32	17,0	121,5	121,5	121,5
33	18,9	132	130	131
34	18,0	113,5	113	113,25
35	17,6	114	114	114
36	16,8	122	122	122
37	18,7	118	122,5	120,25
38	17,6	123	122	122,5
39	16,6	123	122,5	122,75
40	17,4	123	123,5	123,25
41	15,7	106	106	106
42	18,4	132,5	129,5	131
43	16,9	126,5	125,5	126
44	18,8	123,5	124	123,75
45	18,0	119,5	119,5	119,5
46	14,8	117,5	117	117,25
47	17,1	122	120,5	121,25
48	17,8	120	121	120,5
49	16,9	110,5	111,5	111
50	15,2	118	118,5	118,25
51	16,1	107	107,5	107,25
52	16,6	113	113	113
53	18,4	106,5	107	106,75
54	18,8	115	116	115,5
55	19,6	113,5	113	113,25
56	16,7	119,5	119,5	119,5

Tab. 10: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen I

(dentoalveoläre Höhe der Maxilla) im Handröntgenstadium R-IJ bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	14,9	3,6	3,6	3,6
2	17,7	2,8	2,9	28,5
3	14,4	29,5	2,9	29,25
4	16,6	2,8	2,8	2,8
5	15,6	26,5	2,7	26,75
6	17,4	2,7	27,5	27,25
7	14,7	24,5	2,4	24,25
8	15,3	3,1	3,1	3,1
9	17,0	29,5	3,0	29,75
10	17,4	3,1	3,1	3,1
11	15,9	28,5	2,9	28,75
12	16,6	30,5	29,5	3,0
13	13,8	2,8	2,8	2,8
14	15,1	2,5	25,5	25,25
15	16,5	30,5	3,0	30,25
16	12,5	2,8	2,9	28,5
17	15,3	3,2	3,1	31,5
18	16,1	2,8	2,8	2,8
19	14,9	2,9	2,8	28,5
20	14,3	3,0	30,5	30,25
21	18,0	2,7	26,5	26,75
22	15,2	2,8	2,9	28,5
23	15,8	34,5	3,5	34,75
24	17,8	29,5	3,0	29,75
25	15,4	2,8	2,8	2,8

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	16,7	30,5	30,5	30,5
27	16,8	29,5	3,0	29,75
28	17,4	36,5	36,5	36,5
29	17,3	2,8	2,8	2,8
30	16,1	27,5	27,5	27,5
31	17,6	3,5	3,5	3,5
32	17,0	3,0	30,5	30,25
33	18,9	35,5	3,3	34,25
34	18,0	29,5	2,8	28,75
35	17,6	31,5	31,5	31,5
36	16,8	35,5	3,6	35,75
37	18,7	3,1	3,1	3,1
38	17,6	3,1	31,5	31,25
39	16,6	3,3	3,2	32,5
40	17,4	29,5	3,2	30,75
41	15,7	2,5	2,4	24,5
42	18,4	3,6	3,4	3,5
43	16,9	3,4	33,5	33,75
44	18,8	32,5	31,5	3,2
45	18,0	34,5	3,4	34,25
46	14,8	3,3	3,2	32,5
47	17,1	3,3	3,3	3,3
48	17,8	2,9	2,9	2,9
49	16,9	3,0	29,5	29,75
50	15,2	3,3	3,3	3,3
51	16,1	3,0	3,0	3,0
52	16,6	2,9	29,5	29,25
53	18,4	30,5	3,0	30,25
54	18,8	30,5	29,5	3,0
55	19,6	3,1	3,3	3,2
56	16,7	34,5	3,4	34,25

Tab. 11: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen li-
(dentoalveoläre Höhe der Mandibula) im Handröntgenstadium R-IJ bei
25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter
der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die
wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind
angegeben.

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	14,9	29,5	33	31,25
2	17,7	33	32,5	32,75
3	14,4	35	34	34,5
4	16,6	30	33	31,5
5	15,6	29	29,5	29,25
6	17,4	36	34	35
7	14,7	27	27	27
8	15,3	31,5	32,5	32
9	17,0	29	29,5	29,25
10	17,4	34,5	34	34,25
11	15,9	33	34	33,5
12	16,6	33,5	34	33,75
13	13,8	34,5	32	33,25
14	15,1	26	28,5	27,25
15	16,5	34	35	34,5
16	12,5	34,5	34	34,25
17	15,3	30,5	31	30,75
18	16,1	30,5	32	31,25
19	14,9	27,5	28	27,75
20	14,3	28,5	29	28,75
21	18,0	33	32	32,5
22	15,2	34	34	34
23	15,8	31,5	32	31,75
24	17,8	28	29	28,5
25	15,4	27,5	28	27,75

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	16,7	31	32,5	31,75
27	16,8	37	36,5	36,75
28	17,4	38	38,5	38,25
29	17,3	36	36	36
30	16,1	35,5	36	35,75
31	17,6	29	30	29,5
32	17,0	31	31	31
33	18,9	41	39	40
34	18,0	34,5	35	34,75
35	17,6	35	34,5	34,75
36	16,8	36,5	36,5	36,5
37	18,7	35	39,5	37,25
38	17,6	36,5	37	36,75
39	16,6	39	40	39,5
40	17,4	38,5	38,5	38,5
41	15,7	32	32	32
42	18,4	42	38,5	40,25
43	16,9	39,5	39	39,25
44	18,8	36,5	34	35,25
45	18,0	36	36,5	36,25
46	14,8	35	35	35
47	17,1	35,5	35	35,25
48	17,8	31	31	31
49	16,9	35	35	35
50	15,2	36	37	36,5
51	16,1	27,5	27	27,25
52	16,6	31	31	31
53	18,4	28	27,5	27,75
54	18,8	33,5	33,5	33,5
55	19,6	31,5	30	30,75
56	16,7	30,5	30	30,25

Tab. 12: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen S-Pgn (diagonale Länge des Schädels) im Handröntgenstadium R-IJ bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	14,9	127	128	127,5
2	17,7	124,5	125	124,75
3	14,4	124,5	125	124,75
4	16,6	115,5	116	115,75
5	15,6	122	121	121,5
6	17,4	124,5	123,5	124
7	14,7	115	115	115
8	15,3	125	126	125,5
9	17,0	120	120	120
10	17,4	132	131,5	131,75
11	15,9	126	126	126
12	16,6	125	125,5	125,25
13	13,8	123	123	123
14	15,1	112,5	112,5	112,5
15	16,5	131	131	131
16	12,5	131	131	131
17	15,3	123,5	123	123,25
18	16,1	119	118,5	118,75
19	14,9	121,5	121	121,25
20	14,3	120,5	120,5	120,5
21	18,0	124,5	123,5	124
22	15,2	124	124	124
23	15,8	128	128	128
24	17,8	121	121,5	121,25
25	15,4	122,5	122,5	122,5

?roband	R-IJ			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	16,7	123,5	123,5	123,5
27	16,8	138	138	138
28	17,4	143,5	143	143,25
29	17,3	125	125,5	125,25
30	16,1	129,5	130	129,75
31	17,6	120	120,5	120,25
32	17,0	129,5	130	129,75
33	18,9	141	141	141
34	18,0	126	126,5	126,25
35	17,6	129,5	130	129,75
36	16,8	141,5	141,5	141,5
37	18,7	130	128	129
38	17,6	137,5	137	137,25
39	16,6	136	135,5	135,75
40	17,4	135	135	135
41	15,7	130	130	130
42	18,4	136	136	136
43	16,9	137	136,5	136,75
44	18,8	135,5	135	135,25
45	18,0	136	136	136
46	14,8	136,5	136,5	136,5
47	17,1	137,5	137,5	137,5
48	17,8	128	127,5	127,75
49	16,9	127	127,5	127,25
50	15,2	136	135,5	135,75
51	16,1	129,5	129	129,25
52	16,6	129	129	129
53	18,4	121	121	121
54	18,8	131,5	131,5	131,5
55	19,6	131	130	130,5
56	16,7	130	130	130

Anhang

Tab. 13: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen N-S (basale Länge der Schädelbasis) im Handröntgenstadium R-J bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	15,9	73	72,5	72,75
2	18,7	73,5	73,5	73,5
3	15,8	71	71,5	71,25
4	17,5	73,5	74	73,75
5	16,6	72	72	72
6	18,4	71	72	71,5
7	15,7	70	70	70
8	16,2	74	73	73,5
9	19,0	70	70	70
10	18,3	72,5	72,5	72,5
11	16,9	68	68	68
12	17,6	73	72,5	72,75
13	14,8	72	72	72
14	16,1	72	72	72
15	17,7	75,5	76	75,75
16	13,5	74	74	74
17	16,3	74	73	73,5
18	17,7	66,5	67	66,75
19	15,9	73,5	74	73,75
20	15,3	78	78	78
21	20,0	72,5	72	72,25
22	16,2	72,5	73	72,75
23	17,9	77,5	76	76,75
24	19,4	75	74	74,5
25	16,4	71,5	71	71,25

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittel w.
26	17,8	69	69	69
27	17,8	82	82	82
28	18,3	80,5	80	80,25
29	18,4	72,5	72,5	72,5
30	17,0	74	74	74
31	18,7	76,5	76,5	76,5
32	18,3	84	85	84,5
33	19,9	77	77	77
34	18,8	78	79	78,5
35	19,7	79	79	79
36	17,9	81	80	80,5
37	19,7	73	73	73
38	18,7	81	81	81
39	18,1	83,5	83	83,25
40	19,5	76	75	75,5
41	16,8	79	79,5	79,25
42	19,4	78	78	78
43	17,9	78	78	78
44	19,5	83	82,5	82,75
45	19,0	80	80,5	80,25
46	15,9	81,5	80,5	81
47	19,2	81	81	81
48	18,9	73	73	73
49	17,9	77	77	77
50	16,2	80	80	80
51	18,0	72	72	72
52	17,5	75	75	75
53	19,3	76,5	77	76,75
54	20,7	77	77	77
55	20,7	77	77	77
56	18,2	76	76	76

Tab. 14: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen Ss-NS_P (basale Länge der Maxilla) im Handröntgenstadium R-J bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	15,9	57	59	58
2	18,7	66,5	67,5	67
3	15,8	59	59,5	59,25
4	17,5	60	60	60
5	16,6	65	64	64,5
6	18,4	61	61	61
7	15,7	60,5	61	60,75
8	16,2	65	64,5	64,75
9	19,0	63,5	64	63,75
10	18,3	65	65	65
11	16,9	67	67	67
12	17,6	61	61,5	61,25
13	14,8	61	61	61
14	16,1	62,5	63,5	63
15	17,7	72,5	72	72,25
16	13,5	67	68	67,5
17	16,3	66,5	66	66,25
18	17,7	58	58,5	58,25
19	15,9	67	67	67
20	15,3	65	64	64,5
21	20,0	64,5	62,5	63,5
22	16,2	62	63	62,5
23	17,9	60	63	61,5
24	19,4	65	64	64,5
25	16,4	62	62	62

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	17,8	55,5	55,5	55,5
27	17,8	75,5	76	75,75
28	18,3	74,5	72	73,25
29	18,4	57,5	57,5	57,5
30	17,0	66	65,5	65,75
31	18,7	67	66,5	66,75
32	18,3	68,5	70	69,25
33	19,9	65,5	64,5	65
34	18,8	73	74	73,5
35	19,7	70,5	70	70,25
36	17,9	73	72	72,5
37	19,7	64,5	63	63,75
38	18,7	73	72	72,5
39	18,1	71	71	71
40	19,5	63	63	63
41	16,8	77	77	77
42	19,4	62	63	62,5
43	17,9	62	63	62,5
44	19,5	67	66,5	66,75
45	19,0	73	72	72,5
46	15,9	71	70	70,5
47	19,2	71,5	71	71,25
48	18,9	60	60	60
49	17,9	72	71,5	71,75
50	16,2	70,5	70,5	70,5
51	18,0	67	66,5	66,75
52	17,5	64	64	64
53	19,3	65	65	65
54	20,7	62	62	62
55	20,7	70,5	69	69,75
56	18,2	64	63	63,5

Anhang

Tab. 15: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen Pg-NSp (basale Länge der Mandibula) im Handröntgenstadium R-J bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	15,9	40	40,5	40,25
2	18,7	58	58	58
3	15,8	48,5	49	48,75
4	17,5	40,5	40	40,25
5	16,6	48,5	47	47,75
6	18,4	46	44,5	45,25
7	15,7	48	48	48
8	16,2	47	46,5	46,75
9	19,0	51,5	50	50,75
10	18,3	53	53	53
11	16,9	61,5	61,5	61,5
12	17,6	44,5	45,5	45
13	14,8	54	54	54
14	16,1	47,5	49	48,25
15	17,7	63	64	63,5
16	13,5	60	62,5	61,25
17	16,3	48,5	48,5	48,5
18	17,7	50	50	50
19	15,9	55	55	55
20	15,3	53	52,5	52,75
21	20,0	57	54,5	55,75
22	16,2	53	53,5	53,25
23	17,9	40	45,5	42,75
24	19,4	56	57	56,5
25	16,4	48	47	47,5

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	17,8	40	39,5	39,75
27	17,8	63,5	63	63,25
28	18,3	62,5	60,5	61,5
29	18,4	40,5	39	39,75
30	17,0	58	58	58
31	18,7	48,5	49	48,75
32	18,3	56	56,5	56,25
33	19,9	51,5	50	50,75
34	18,8	59	59	59
35	19,7	60	59	59,5
36	17,9	60	59	59,5
37	19,7	49	48	48,5
38	18,7	59	58,5	58,75
39	18,1	61	61	61
40	19,5	50	53	51,5
41	16,8	72,5	72	72,25
42	19,4	40	41	40,5
43	17,9	50	49	49,5
44	19,5	54,5	54	54,25
45	19,0	58	58	58
46	15,9	61,5	60,5	61
47	19,2	61,5	61,5	61,5
48	18,9	35,5	36	35,75
49	17,9	60	60	60
50	16,2	63,5	63	63,25
51	18,0	53	52,5	52,75
52	17,5	49,5	49,5	49,5
53	19,3	50,5	50	50,25
54	20,7	51	51	51
55	20,7	56	55	55,5
56	18,2	42	42	42

Tab. 16: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen NS_{MX}-NSL

(basale Höhe der Maxilla) im Handröntgenstadium R-J bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	15,9	55	54,5	54,75
2	18,7	53	51,5	52,25
3	15,8	54,5	55	54,75
4	17,5	54	55,5	54,75
5	16,6	58	58	58
6	18,4	56,5	56	56,25
7	15,7	53,5	54	53,75
8	16,2	54,5	55	54,75
9	19,0	52	53	52,5
10	18,3	57	56	56,5
11	16,9	53	53,5	53,25
12	17,6	56	56	56
13	14,8	55	54	54,5
14	16,1	53	51	52
15	17,7	52,5	52	52,25
16	13,5	53,5	53	53,25
17	16,3	54	54	54
18	17,7	51	51	51
19	15,9	52,5	54	53,25
20	15,3	52,5	52	52,25
21	20,0	53	55	54
22	16,2	51	50,5	50,75
23	17,9	56,5	52	54,25
24	19,4	51	50,5	50,75
25	16,4	54	54	54

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	17,8	57,5	58,5	58
27	17,8	60	60	60
28	18,3	55	55	55
29	18,4	56	57	56,5
30	17,0	53,5	53,5	53,5
31	18,7	48,5	48	48,25
32	18,3	54	53,5	53,75
33	19,9	63	65	64
34	18,8	57	58	57,5
35	19,7	52,5	53	52,75
36	17,9	56	55	55,5
37	19,7	58	57,5	57,75
38	18,7	58	57	57,5
39	18,1	56	56,5	56,25
40	19,5	60	58	59
41	16,8	53,5	53	53,25
42	19,4	59,5	60	59,75
43	17,9	59	59	59
44	19,5	58,5	59	58,75
45	19,0	54,5	55	54,75
46	15,9	54,5	54,5	54,5
47	19,2	57	56	56,5
48	18,9	63	63,5	63,25
49	17,9	52	52	52
50	16,2	53	53	53
51	18,0	55	54,5	54,75
52	17,5	55	55	55
53	19,3	53,5	54	53,75
54	20,7	55	54	54,5
55	20,7	59	56,5	57,75
56	18,2	57,5	57,5	57,5

Tab. 17: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen

(basale Höhe der Mandibula) im Handröntgenstadium R-J bei 25

weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der

Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die

wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind

angegeben.

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittel w.
1	15,9	116,5	120	118,25
2	18,7	111	110,5	110,75
3	15,8	117	115	116
4	17,5	109	111,5	110,25
5	16,6	110	110,5	110,25
6	18,4	116	124	120
7	15,7	101,5	101,5	101,5
8	16,2	115	115,5	115,25
9	19,0	107	106,5	106,75
10	18,3	119	118	118,5
11	16,9	109	111	110
12	17,6	113,5	111	112,25
13	14,8	111	107,5	109,25
14	16,1	100,5	101,5	101
15	17,7	114	113	113,5
16	13,5	114	114,5	114,25
17	16,3	110,5	110	110,25
18	17,7	105	106	105,5
19	15,9	104	105,5	104,75
20	15,3	116,5	116,5	116,5
21	20,0	110	110	110
22	16,2	110	110	110
23	17,9	119,5	116,5	118
24	19,4	104	106,5	105,25
25	16,4	109	109,5	109,25

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittel w.
26	17,8	111,5	114	112,75
27	17,8	123,5	123,5	123,5
28	18,3	129	129	129
29	18,4	118	117,5	117,75
30	17,0	114,5	114,5	114,5
31	18,7	118,5	118,5	118,5
32	18,3	122	121,5	121,75
33	19,9	132	132	132
34	18,8	114	115	114,5
35	19,7	116	116	116
36	17,9	123	123	123
37	19,7	118,5	123	120,75
38	18,7	123,5	123	123,25
39	18,1	123	122	122,5
40	19,5	123,5	124	123,75
41	16,8	106,5	106	106,25
42	19,4	132	130	131
43	17,9	128	127	127,5
44	19,5	123,5	124	123,75
45	19,0	120,5	120	120,25
46	15,9	117,5	117,5	117,5
47	19,2	123	121	122
48	18,9	122	122,5	122,25
49	17,9	112	112	112
50	16,2	119	119	119
51	18,0	107	107,5	107,25
52	17,5	114	113,5	113,75
53	19,3	107	107	107
54	20,7	115,5	116	115,75
55	20,7	113,5	113	113,25
56	18,2	120,5	120	120,25

Tab. 18: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen Is-NS_{Mx} (dentoalveoläre Höhe der Maxilla) im Handröntgenstadium R-J bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	15,9	36,5	36,5	36,5
2	18,7	29	29	29
3	15,8	29,5	29,5	29,5
4	17,5	28,5	28,5	28,5
5	16,6	27	27	27
6	18,4	27	27,5	27,25
7	15,7	25	24	24,5
8	16,2	32	32	32
9	19,0	30	30	30
10	18,3	31	31,5	31,25
11	16,9	29	29	29
12	17,6	30	30,5	30,25
13	14,8	28	28	28
14	16,1	24,5	25,5	25
15	17,7	30,5	30,5	30,5
16	13,5	29,5	28,5	29
17	16,3	32	31,5	31,75
18	17,7	28	28	28
19	15,9	28,5	28	28,25
20	15,3	30,5	31	30,75
21	20,0	27	26,5	26,75
22	16,2	29	28,5	28,75
23	17,9	34,5	34,5	34,5
24	19,4	30	30	30
25	16,4	28	28	28

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittel w.
26	17,8	31	31	31
27	17,8	30	30,5	30,25
28	18,3	37	37	37
29	18,4	28	28	28
30	17,0	28	27,5	27,75
31	18,7	35	35	35
32	18,3	30	30,5	30,25
33	19,9	36	34	35
34	18,8	29,5	29	29,25
35	19,7	31,5	32	31,75
36	17,9	36	36,5	36,25
37	19,7	31	31	31
38	18,7	32	32	32
39	18,1	33	32	32,5
40	19,5	29,5	32	30,75
41	16,8	25	24,5	24,75
42	19,4	36	34	35
43	17,9	34,5	34	34,25
44	19,5	32	31,5	31,75
45	19,0	35	34,5	34,75
46	15,9	33	32	32,5
47	19,2	33	33	33
48	18,9	29	29,5	29,25
49	17,9	30	30	30
50	16,2	32,5	33	32,75
51	18,0	30	30	30
52	17,5	30	30	30
53	19,3	30,5	30,5	30,5
54	20,7	30	29,5	29,75
55	20,7	31	33	32
56	18,2	35	35	35

Tab. 19: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen li-NSivid (dentoalveoläre Höhe der Mandibula) im Handröntgenstadium R-J bei 25 weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	15,9	29	33	31
2	18,7	32,5	32,5	32,5
3	15,8	36,5	34	35,25
4	17,5	30,5	33	31,75
5	16,6	29,5	29,5	29,5
6	18,4	36	34	35
7	15,7	27	27,5	27,25
8	16,2	32	33	32,5
9	19,0	29	29,5	29,25
10	18,3	36	36	36
11	16,9	32,5	34,5	33,5
12	17,6	33,5	33,5	33,5
13	14,8	34,5	31,5	33
14	16,1	26,5	29,5	28
15	17,7	35	35	35
16	13,5	34	34,5	34,25
17	16,3	30,5	30,5	30,5
18	17,7	30,5	31,5	31
19	15,9	28	28	28
20	15,3	30,5	31	30,75
21	20,0	34	33	33,5
22	16,2	29	28,5	28,75
23	17,9	32	32	32
24	19,4	28	31	29,5
25	16,4	28	28	28

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	17,8	31	32,5	31,75
27	17,8	37	36,5	36,75
28	18,3	39	39	39
29	18,4	36,5	36	36,25
30	17,0	36,5	36,5	36,5
31	18,7	30	31	30,5
32	18,3	31	31	31
33	19,9	39,5	40	39,75
34	18,8	34,5	35	34,75
35	19,7	36	35	35,5
36	17,9	37	38	37,5
37	19,7	36	39,5	37,75
38	18,7	37	37	37
39	18,1	38,5	39,5	39
40	19,5	38	39	38,5
41	16,8	32,5	32	32,25
42	19,4	42	39	40,5
43	17,9	40,5	40	40,25
44	19,5	36,5	34	35,25
45	19,0	37	36,5	36,75
46	15,9	35	35,5	35,25
47	19,2	36	35,5	35,75
48	18,9	32,5	32	32,25
49	17,9	35,5	36	35,75
50	16,2	37	37,5	37,25
51	18,0	28	32	30
52	17,5	31,5	31	31,25
53	19,3	28,5	28,5	28,5
54	20,7	34	33,5	33,75
55	20,7	31,5	30	30,75
56	18,2	31	31	31

Tab. 20: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen S-Pgn
(diagonale Länge des Schädels) im Handröntgenstadium R-J bei 25
weiblichen (1-25) und 31 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der
Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die
wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind
angegeben.

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	15,9	127	128,5	127,75
2	18,7	124,5	125	124,75
3	15,8	124,5	125	124,75
4	17,5	117	117	117
5	16,6	122,5	122	122,25
6	18,4	124,5	123,5	124
7	15,7	116	116	116
8	16,2	126	126	126
9	19,0	120,5	121	120,75
10	18,3	133	132,5	132,75
11	16,9	125,5	126	125,75
12	17,6	125	125	125
13	14,8	123,5	123	123,25
14	16,1	112,5	112,5	112,5
15	17,7	132	131,5	131,75
16	13,5	132	131,5	131,75
17	16,3	123,5	123	123,25
18	17,7	119	118	118,5
19	15,9	121,5	121,5	121,5
20	15,3	121,5	121	121,25
21	20,0	125	124,5	124,75
22	16,2	124,5	124,5	124,5
23	17,9	129	129	129
24	19,4	121,5	123	122,25
25	16,4	123	123	123

Proband	R-J			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	17,8	124,5	125	124,75
27	17,8	138,5	138	138,25
28	18,3	144	143,5	143,75
29	18,4	126	126	126
30	17,0	130,5	130,5	130,5
31	18,7	120,5	121	120,75
32	18,3	129,5	129,5	129,5
33	19,9	140,5	141	140,75
34	18,8	127	127	127
35	19,7	132,5	132,5	132,5
36	17,9	143,5	143	143,25
37	19,7	130	128	129
38	18,7	138	138	138
39	18,1	138	138	138
40	19,5	135,5	135	135,25
41	16,8	131	130,5	130,75
42	19,4	137	137,5	137,25
43	17,9	138	137,5	137,75
44	19,5	136,5	136	136,25
45	19,0	136	136,5	136,25
46	15,9	137	137,5	137,25
47	19,2	139	139	139
48	18,9	129	129	129
49	17,9	128,5	128	128,25
50	16,2	137	136,5	136,75
51	18,0	130	130	130
52	17,5	129	129	129
53	19,3	122	122	122
54	20,7	131,5	131,5	131,5
55	20,7	131	130	130,5
56	18,2	131	131	131

Anhang

Tab. 21: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen N-S (basale Länge der Schädelbasis) im Handröntgenstadium R-J+1 bei 22 weiblichen (1-25) und 28 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,0	73,0	72,5	72,75
2	20,1	73,5	73,5	73,5
3	16,9	71,5	72,0	71,75
4	18,8	73,5	74,0	73,75
5	18,1	73,0	73,0	73
6	19,4	71,0	72,0	71,5
7	16,7	70,0	70,0	70
8	17,6	74,0	73,5	73,75
9	20,1	70,0	70,0	70
10	19,3	72,5	72,5	72,5
11	17,9	68,0	68,0	68
12	19,4	73,0	72,5	72,75
13	15,8	72,0	72,5	72,25
14	17,1	72,0	72,0	72
15	18,8	76,0	76,0	76
16	14,7	74,0	74,0	74
17	17,3	74,0	73,0	73,5
18	18,7	67,0	67,5	67,25
19	16,9	74,0	74,0	74
20	16,7	78,5	78,5	78,5
22	17,4	74,0	74,0	74
25	17,5	72,0	72,0	72

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	18,8	69,5	70,5	70
27	19,1	82	82	82
28	19,4	80	80	80
29	19,8	73	73,5	73,25
30	18,0	74	74	74
31	20,0	77,5	77	77,25
32	19,1	84	85	84,5
34	19,9	78	78,5	78,25
35	20,6	79	79	79
37	20,8	73,5	73	73,25
38	20,0	81,5	81	81,25
39	18,7	83,5	83,5	83,5
40	20,5	76	75	75,5
41	17,7	79,5	80	79,75
42	20,8	79,5	79	79,25
43	18,9	78,5	79	78,75
44	20,9	83,5	83	83,25
45	20,2	80	80	80
46	16,9	81,5	80,5	81
48	19,9	73	73	73
49	19,0	78	78	78
50	17,2	81	80,5	80,75
51	19,0	72	72	72
52	18,5	75	75	75
53	20,8	77,5	77,5	77,5
54	21,2	77	77	77
55	21,9	77	77	77
56	18,7	77	77	77

Anhang

Tab. 22: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen Ss-NS_P (basale Länge der Maxilla) im Handröntgenstadium R-J+1 bei 22 weiblichen (1-25) und 28 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,0	60,0	57,0	58,50
2	20,1	66,5	67,5	67,00
3	16,9	59,0	60,5	59,75
4	18,8	60,0	61,0	60,50
5	18,1	65,0	64,5	64,75
6	19,4	61,0	61,0	61,00
7	16,7	60,5	61,0	60,75
8	17,6	65,0	65,0	65,00
9	20,1	64,0	64,0	64,00
10	19,3	65,0	65,0	65,00
11	17,9	66,5	66,5	66,50
12	19,4	61,0	61,5	61,25
13	15,8	61,5	61,5	61,50
14	17,1	63,5	63,5	63,50
15	18,8	72,5	73,0	72,75
16	14,7	67,0	67,5	67,25
17	17,3	66,5	66,5	66,50
18	18,7	58,0	59,0	58,50
19	16,9	67,0	67,0	67,00
20	16,7	65,0	65,0	65,00
22	17,4	62,5	63,0	62,75
25	17,5	62,0	62,0	62,00

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	18,8	55,5	56	55,75
27	19,1	76	76	76
28	19,4	75,5	73	74,25
29	19,8	58	57,5	57,75
30	18,0	67,5	66	67,25
31	20,0	67,5	66	66,75
32	19,1	69,5	70,5	70
34	19,9	73	73,5	73,25
35	20,6	70,5	70,5	70,5
37	20,8	64,5	63	63,75
38	20,0	73	72,5	72,75
39	18,7	72	72	72
40	20,5	63,5	63,5	63,5
41	17,7	77	77,5	77,25
42	20,8	63	63,5	63,25
43	18,9	62	64	63
44	20,9	67,5	66,5	67
45	20,2	73	72,5	72,75
46	16,9	71	70	70,5
48	19,9	60	60,5	60,25
49	19,0	73	73	73
50	17,2	70,5	70,5	70,5
51	19,0	67	67	67
52	18,5	64	64,5	64,25
53	20,8	67	67	67
54	21,2	62	62	62
55	21,9	70,5	69	69,75
56	18,7	63,5	64	63,75

Anhang

Tab. 23: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen Pg- NSp (basale Länge der Mandibula) im Handröntgenstadium R-J+1 bei 22 weiblichen (1-25) und 28 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,0	40,5	41	40,75
2	20,1	58	58	58
3	16,9	49,5	49,5	49,5
4	18,8	40	40	40
5	18,1	47,5	47	47,25
6	19,4	46,5	46,5	46,5
7	16,7	48	48	48
8	17,6	47	47,5	47,25
9	20,1	51,5	51	51,25
10	19,3	53,5	53	53,25
11	17,9	62	62	62
12	19,4	44,5	46	45,25
13	15,8	54,5	54,5	54,5
14	17,1	48	49,5	48,75
15	18,8	64	65	64,5
16	14,7	60,5	62	61,25
17	17,3	48,5	49	48,75
18	18,7	50,5	50,5	50,5
19	16,9	55	55	55
20	16,7	53	52	52,5
22	17,4	54,5	53,5	54
25	17,5	47,5	47	47,25

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	18,8	41	40	40,5
27	19,1	65	63,5	64,25
28	19,4	63,5	62	62,75
29	19,8	40,5	41	40,75
30	18,0	60,5	59,5	60
31	20,0	49	49,5	49,25
32	19,1	57,5	58	57,75
34	19,9	59	59	59
35	20,6	60,5	60	60,25
37	20,8	49	49	49
38	20,0	59	59	59
39	18,7	61	61,5	61,25
40	20,5	52	53,5	52,75
41	17,7	72,5	73	72,75
42	20,8	41	41	41
43	18,9	50	49,5	49,75
44	20,9	54,5	54,5	54,5
45	20,2	58	58	58
46	16,9	62	61	61,5
48	19,9	36	36	36
49	19,0	61	61	61
50	17,2	63,5	64	63,75
51	19,0	53	53	53
52	18,5	50	50	50
53	20,8	52	51	51,5
54	21,2	51,5	51,5	51,5
55	21,9	56	55	55,5
56	18,7	42	42	42

Anhang

Tab. 24: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen NSMx-NSL (basale Höhe der Maxilla) im Handröntgenstadium R-J+1 bei 22 weiblichen (1-22) und 28 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,0	55	54,5	54,75
2	20,1	53	51,5	52,25
3	16,9	54,5	56	55,25
4	18,8	55,5	55,5	55,5
5	18,1	58	58	58
6	19,4	56,5	56	56,25
7	16,7	53,5	54	53,75
8	17,6	54,5	55	54,75
9	20,1	52	53	52,5
10	19,3	57	56	56,5
11	17,9	53	53	53
12	19,4	56	56	56
13	15,8	55	54,5	54,75
14	17,1	53	51	52
15	18,8	52,5	52	52,25
16	14,7	53,5	53,5	53,5
17	17,3	54	54	54
18	18,7	51	51	51
19	16,9	53	54	53,5
20	16,7	53	52	52,5
22	17,4	51,5	51	51,25
25	17,5	54	54	54

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	18,8	57,5	58,5	58
27	19,1	60	60	60
28	19,4	55	55,5	55,25
29	19,8	57	57	57
30	18,0	53,5	53,5	53,5
31	20,0	49	48	48,5
32	19,1	54	53,5	53,75
34	19,9	56	58	57
35	20,6	53	53	53
37	20,8	57,5	57,5	57,5
38	20,0	58	58	58
39	18,7	56	56	56
40	20,5	60	58	59
41	17,7	54	54	54
42	20,8	60,5	60	60,25
43	18,9	59	59	59
44	20,9	59	59	59
45	20,2	54,5	55	54,75
46	16,9	55	55	55
48	19,9	63	63	63
49	19,0	52	52	52
50	17,2	53	53	53
51	19,0	55	55	55
52	18,5	55	55	55
53	20,8	53	54,5	53,75
54	21,2	55	54	54,5
55	21,9	58,5	56,5	57,5
56	18,7	58	57,5	57,75

Tab. 25: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen

(basale Höhe der Mandibula) im Handröntgenstadium R-J+1 bei 22 weiblichen (1-25) und 28 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,0	117	120	118,5
2	20,1	112	110,5	111,25
3	16,9	116,5	115,5	116
4	18,8	111	112	111,5
5	18,1	110,5	110,5	110,5
6	19,4	116	125	120,5
7	16,7	102	102	102
8	17,6	115	116	115,5
9	20,1	106,5	107	106,75
10	19,3	118,5	119	118,75
11	17,9	109,5	111,5	110,5
12	19,4	113	112	112,5
13	15,8	111	108	109,5
14	17,1	101	102	101,5
15	18,8	114	113	113,5
16	14,7	114,5	114,5	114,5
17	17,3	111	110,5	110,75
18	18,7	105	106	105,5
19	16,9	104,5	105,5	105
20	16,7	118	117,5	117,75
22	17,4	110,5	110	110,25
25	17,5	109,5	110	109,75

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	18,8	111,5	114,5	113
27	19,1	124	124	124
28	19,4	129,5	129,5	129,5
29	19,8	119	119	119
30	18,0	115	115	115
31	20,0	119	119	119
32	19,1	123	122,5	122,75
34	19,9	113,5	114,5	114
35	20,6	116	116	116
37	20,8	119	123	121
38	20,0	124	124	124
39	18,7	124,5	124	124,25
40	20,5	123	124	123,5
41	17,7	107,5	106,5	107
42	20,8	132,5	130,5	131,5
43	18,9	128,5	128	128,25
44	20,9	123,5	124	123,75
45	20,2	121	120,5	120,75
46	16,9	119,5	119	119,25
48	19,9	123	123	123
49	19,0	112	112	112
50	17,2	119,5	119,5	119,5
51	19,0	107,5	108	107,75
52	18,5	113,5	113,5	113,5
53	20,8	107,5	107	107,25
54	21,2	115	116	115,5
55	21,9	114	113,5	113,75
56	18,7	121,5	121	121,25

Tab. 26: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen Is-NS_{Mx} (dentoalveoläre Höhe der Maxilla) im Handröntgenstadium R-J+1 bei 22 weiblichen (1-25) und 28 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,0	36,5	37	36,75
2	20,1	31	29,5	30,25
3	16,9	29,5	29,5	29,5
4	18,8	28,5	28,5	28,5
5	18,1	27	27	27
6	19,4	27	28	27,5
7	16,7	25	24,5	24,75
8	17,6	32,5	32,5	32,5
9	20,1	30	30	30
10	19,3	31	31,5	31,25
11	17,9	29,5	29,5	29,5
12	19,4	30	30	30
13	15,8	28	28	28
14	17,1	25	26	25,5
15	18,8	30,5	30,5	30,5
16	14,7	28,5	29	28,75
17	17,3	32	32	32
18	18,7	29	28	28,5
19	16,9	29	28,5	28,75
20	16,7	30,5	31,5	31
22	17,4	29,5	29	29,25
25	17,5	28,5	28,5	28,5

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	18,8	31	31	31
27	19,1	30	30,5	30,25
28	19,4	36,5	37	36,75
29	19,8	28	28	28
30	18,0	28	28	28
31	20,0	35	35	35
32	19,1	30	30,5	30,25
34	19,9	29,5	28	28,75
35	20,6	32	32	32
37	20,8	31,5	31	31,25
38	20,0	33	33	33
39	18,7	33,5	32	32,75
40	20,5	29,5	32	30,75
41	17,7	25,5	25	25,25
42	20,8	36,5	35	35,75
43	18,9	35	34	34,5
44	20,9	32	32	32
45	20,2	35	34,5	34,75
46	16,9	33	32	32,5
48	19,9	30,5	30,5	30,5
49	19,0	30,5	31	30,75
50	17,2	33,5	33,5	33,5
51	19,0	30	30	30
52	18,5	30	30	30
53	20,8	30	30	30
54	21,2	30,5	30	30,25
55	21,9	31	33	32
56	18,7	36	35,5	35,75

Tab. 27: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen li-
(dentoalveoläre Höhe der Mandibula) im Handröntgenstadium R-J+1 bei
22 weiblichen (1-25) und 28 männlichen Probanden (26-56). Das Alter
der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die
wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind
angegeben.

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,0	29,5	33,5	31,5
2	20,1	33	32,5	32,75
3	16,9	36	35	35,5
4	18,8	31	33	32
5	18,1	29,5	29,5	29,5
6	19,4	36	34,5	35,25
7	16,7	27,5	27,5	27,5
8	17,6	32,5	34	33,25
9	20,1	29	29,5	29,25
10	19,3	35,5	36	35,75
11	17,9	32	34	33
12	19,4	34	34	34
13	15,8	35	32	33,5
14	17,1	26,5	29,5	28
15	18,8	35	35	35
16	14,7	34	34,5	34,25
17	17,3	31,5	31	31,25
18	18,7	31	32	31,5
19	16,9	28	28	28
20	16,7	29,5	29,5	29,5
22	17,4	34,5	34,5	34,5
25	17,5	28	28,5	28,25

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	18,8	30,5	32,5	31,5
27	19,1	37	37	37
28	19,4	40	39,5	39,75
29	19,8	36,5	37	36,75
30	18,0	37	37	37
31	20,0	30	31,5	30,75
32"	19,1	31,5	31,5	31,5
34	19,9	35	34,5	34,75
35	20,6	36	35	35,5
37	20,8	36	40	38
38	20,0	37	37	37
39	18,7	39	40	39,5
40	20,5	38,5	39	38,75
41	17,7	32,5	32,5	32,5
42	20,8	42,5	39,5	41
43	18,9	40	40	40
44	20,9	35	35	35
45	20,2	37,5	36,5	37
46	16,9	36	36	36
48	19,9	33	33	33
49	19,0	35,5	35,5	35,5
50	17,2	37	38	37,5
51	19,0	29	28,5	28,75
52	18,5	31	31	31
53	20,8	29	29,5	29,25
54	21,2	33,5	34	33,75
55	21,9	31,5	30	30,75
56	18,7	31,5	32	31,75

Tab. 28: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen S-Pgn
(diagonale Länge des Schädels) im Handröntgenstadium R-J+1 bei 22
weiblichen (1-25) und 28 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der
Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die
wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind
angegeben.

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,0	128	129	128,5
2	20,1	124,5	125	124,75
3	16,9	125	125,5	125,25
4	18,8	117,5	117,5	117,5
5	18,1	122,5	122	122,25
6	19,4	124,5	124	124,25
7	16,7	116	116	116
8	17,6	126	126	126
9	20,1	120,5	121	120,75
10	19,3	133	132,5	132,75
11	17,9	126	126	126
12	19,4	125	125,5	125,25
13	15,8	124	123,5	123,75
14	17,1	113	113	113
15	18,8	132	132	132
16	14,7	131,5	131,5	131,5
17	17,3	124	124	124
18	18,7	119	119	119
19	16,9	121	121	121
20	16,7	121,5	122	121,75
22	17,4	125	125	125
25	17,5	124	124	124

Proband	R-J+1			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	18,8	125	125	125
27	19,1	139	138	138,5
28	19,4	144	144	144
29	19,8	127	126,5	126,75
30	18,0	131,5	131,5	131,5
31	20,0	121	121	121
32	19,1	130	130	130
34	19,9	126	126,5	126,25
35	20,6	133	132,5	132,75
37	20,8	130	128	129
38	20,0	138,5	138,5	138,5
39	18,7	139,5	139	139,25
40	20,5	135,5	135	135,25
41	17,7	131,5	131,5	131,5
42	20,8	137,5	137,5	137,5
43	18,9	138,5	138	138,25
44	20,9	136,5	136	136,25
45	20,2	137	137	137
46	16,9	138	138	138
48	19,9	129	129	129
49	19,0	130	129,5	129,75
50	17,2	138	137,5	137,75
51	19,0	130	130	130
52	18,5	129	129	129
53	20,8	122	122,5	122,25
54	21,2	131,5	131,5	131,5
55	21,9	131	130	130,5
56	18,7	131	131	131

Tab. 29: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen N-S (basale Länge der Schädelbasis) im Handröntgenstadium R-J+2 bei 15 weiblichen (1-24) und 15 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,9	73	72,5	72,75
3	17,9	71,5	72	71,75
-5	19,0	73	73	73
6	20,6	71	72	71,5
7	17,7	70	70	70
8	19,2	74	74	74
10	20,4	72,5	72,5	72,5
11	18,9	68	68	68
13	16,8	72	72,5	72,25
16	15,8	74	74	74
17	18,8	74	73,5	73,75
20	18,6	78	78,5	78,25
21	21,7	72,5	72	72,25
23	18,8	77,5	76	76,75
24	21,3	76	75	75,5

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittel w.
26	19,9	69,5	70,5	70
29	21,1	73,5	73,5	73,5
32	20,1	84	85	84,5
33	22,0	78	78	78
34	20,9	79	79,5	79,25
36	19,9	81	80	80,5
38	20,7	81	81	81
40	21,9	76,5	75,5	76
41	18,7	80	81	80,5
43	20,0	78,5	79	78,75
46	17,9	82	81	81,5
47	21,4	81	81,5	81,25
50	18,2	81	80,5	80,75
52	19,8	75	75	75
56	20,2	77	77	77

Tab. 30: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen Ss-NSp (basale Länge der Maxilla) im Handröntgenstadium R-J+2 bei 15 weiblichen (1-24) und 15 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,9	60	57	58,5
3	17,9	59,5	60	59,75
5	19,0	65	65	65
6	20,6	61	61,5	61,25
7	17,7	60,5	61	60,75
8	19,2	65	65	65
10	20,4	65	65,5	65,25
11	18,9	67	67	67
13	16,8	61,5	62	61,75
16	15,8	67	68	67,5
17	18,8	66,5	66,5	66,5
20	18,6	65	64,5	64,75
21	21,7	64,5	62,5	63,5
23	18,8	60,5	63	61,75
24	21,3	65,5	65,5	65,5

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittel w.
26	19,9	56	56	56
29	21,1	58	57,5	57,75
32	20,1	70	70,5	70,25
33	22,0	66,5	65	65,75
34	20,9	74	75	74,5
36	19,9	73,5	73	73,25
38	20,7	73	72,5	72,75
40	21,9	63,5	64	63,75
41	18,7	77,5	77,5	77,5
43	20,0	63	64,5	63,75
46	17,9	71,5	70,5	71
47	21,4	72	72	72
50	18,2	71	71	71
52	19,8	64	64	64
56	20,2	64	64	64

Anhang

Tab. 31: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen Pg- NSp (basale Länge der Mandibula) im Handröntgenstadium R-J+2 bei 15 weiblichen (1-24) und 15 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,9	40	41	40,5
3	17,9	50	49,5	49,75
5	19,0	48	47	47,5
6	20,6	46,5	46,5	46,5
7	17,7	48	48	48
8	19,2	47,5	47,5	47,5
10	20,4	53	53,5	53,25
11	18,9	62	62	62
13	16,8	54	55,5	54,75
16	15,8	60	62,5	61,25
17	18,8	49,5	49,5	49,5
20	18,6	53	52	52,5
21	21,7	58	55	56,5
23	18,8	40	46	43
24	21,3	57	57	57

³ roband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	19,9	41	40	40,5
29	21,1	41	41	41
32	20,1	58,5	58	58,25
33	22,0	51,5	51	51,25
34	20,9	59,5	59	59,25
36	19,9	61	60	60,5
38	20,7	59	59	59
40	21,9	53,5	54,5	54
41	18,7	73,5	74	73,75
43	20,0	51	49,5	50,25
46	17,9	63	62,5	62,75
47	21,4	62	63	62,5
50	18,2	64	64	64
52	19,8	50	50	50
56	20,2	42,5	42	42,25

Tab. 32: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen
(basale Höhe der Maxila) im Handröntgenstadium R-J+2 bei 15
weiblichen (1-24) und 15 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der
Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die
wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind
angegeben.

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,9	54,5	55	54,75
3	17,9	54,5	55,5	55
5	19,0	58	58	58
6	20,6	56,5	56	56,25
7	17,7	53,5	54	53,75
8	19,2	54,5	55	54,75
10	20,4	57	56	56,5
11	18,9	53	53	53
13	16,8	55	54	54,5
16	15,8	53,5	53	53,25
17	18,8	54	54	54
20	18,6	53	52	52,5
21	21,7	53	55	54
23	18,8	56,5	52	54,25
24	21,3	51	51	51

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	19,9	58	58,5	58,25
29	21,1	57	57	57
32	20,1	54	53,5	53,75
33	22,0	62,5	65	63,75
34	20,9	57	59	58
36	19,9	56	55	55,5
38	20,7	58	58	58
40	21,9	59,5	58	58,75
41	18,7	54,5	55	54,75
43	20,0	59	59	59
46	17,9	55	55	55
47	21,4	57	56	56,5
50	18,2	53	53	53
52	19,8	55	55	55
56	20,2	57,5	57,5	57,5

Tab. 33: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen NS_{md}-NSL (basale Höhe der Mandibula) im Handröntgenstadium R-J+2 bei 15 weiblichen (1-24) und 15 männlichen Probanden (21-30). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,9	117	120	118,5
3	17,9	117	115	116
5	19,0	110,5	110,5	110,5
6	20,6	116	125	120,5
7	17,7	102	102	102
8	19,2	115	116	115,5
10	20,4	118,5	119	118,75
11	18,9	109	111	110
13	16,8	110,5	107,5	109
16	15,8	114,5	114,5	114,5
17	18,8	111	111	111
20	18,6	118	117,5	117,75
21	21,7	110	110	110
23	18,8	120	116,5	118,25
24	21,3	105	107,5	106,25

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	19,9	112	114,5	113,25
29	21,1	120	118,5	119,25
32	20,1	123,5	122,5	123
33	22,0	132	133	132,5
34	20,9	116	117	116,5
36	19,9	124	123	123,5
38	20,7	124	124	124
40	21,9	123,5	124	123,75
41	18,7	107	107	107
43	20,0	129	128	128,5
46	17,9	120	119,5	119,75
47	21,4	123	121	122
50	18,2	120	119,5	119,75
52	19,8	114	114	114
56	20,2	123	122,5	122,75

Tab. 34: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen I

(dentoalveoläre Höhe der Maxilla) im Handröntgenstadium R-J+2 bei 15 weiblichen (1-24) und 15 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,9	36,5	37	36,75
3	17,9	29,5	29,5	29,5
5	19,0	27,5	27	27,25
6	20,6	27	28	27,5
7	17,7	25	24,5	24,75
8	19,2	32,5	32,5	32,5
10	20,4	31	31,5	31,25
11	18,9	29,5	29,5	29,5
13	16,8	28	28	28
16	15,8	28,5	29	28,75
17	18,8	31,5	32	31,75
20	18,6	30,5	31,5	31
21	21,7	27,5	26,5	27
23	18,8	35	35	35
24	21,3	30,5	30,5	30,5

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	19,9	31	32	31,5
29	21,1	29	29	29
32	20,1	30	30	30
33	22,0	36	34	35
34	20,9	30	28	29
36	19,9	36	37	36,5
38	20,7	33,5	33,5	33,5
40	21,9	30,5	32,5	31,5
41	18,7	25	25	25
43	20,0	35	34	34,5
46	17,9	33,5	32,5	33
47	21,4	33	33	33
50	18,2	33,5	33	33,25
52	19,8	30	30	30
56	20,2	37	36,5	36,75

Tab. 35: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen li-NS_{MD} (dentoalveoläre Höhe der Mandibula) im Handröntgenstadium R-J+2 bei 15 weiblichen (1-24) und 15 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,9	29,5	33,5	31,5
3	17,9	37	35	36
5	19,0	30	29,5	29,75
6	20,6	37	35	36
7	17,7	27,5	28	27,75
8	19,2	33	34	33,5
10	20,4	35,5	36,5	36
11	18,9	32,5	34	33,25
13	16,8	34,5	31,5	33
16	15,8	34	35	34,5
17	18,8	32	31,5	31,75
20	18,6	30	29,5	29,75
21	21,7	34	33	33,5
23	18,8	32	32,5	32,25
24	21,3	29	32	30,5

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittel w.
26	19,9	31	32,5	31,75
29	21,1	37	36,5	36,75
32	20,1	32,5	31,5	32
33	22,0	40	40	40
34	20,9	35,5	34,4	34,95
36	19,9	38	37,5	37,75
38	20,7	37	37,5	37,25
40	21,9	38	39	38,5
41	18,7	32,5	32	32,25
43	20,0	41,5	40	40,75
46	17,9	36,5	36,5	36,5
47	21,4	36	36,5	36,25
50	18,2	38	38	38
52	19,8	31,5	31,5	31,5
56	20,2	31,5	31,5	31,5

Tab. 36: Individuelle Streckenmessungen (in mm) der Variablen S-Pgn (diagonale Länge des Schädels) im Handröntgenstadium R-J+2 bei 15 weiblichen (1-24) und 15 männlichen Probanden (26-56). Das Alter der Probanden (in Jahren) zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und die wiederholten Messungen (Mes1 und Mes2) sowie deren Mittelwert sind angegeben.

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
1	17,9	128	129	128,5
3	17,9	125	125,5	125,25
5	19,0	123	122	122,5
6	20,6	124,5	124	124,25
7	17,7	116	116	116
8	19,2	126	127	126,5
10	20,4	133	133	133
11	18,9	126,5	126	126,25
13	16,8	124,5	124	124,25
16	15,8	131,5	131,5	131,5
17	18,8	124,5	124	124,25
20	18,6	121,5	122	121,75
21	21,7	125	125	125
23	18,8	130	130	130
24	21,3	123	124	123,5

Proband	R-J+2			
	Alter	Mes1	Mes2	Mittelw.
26	19,9	125	125	125
29	21,1	128	127,5	127,75
32	20,1	130,5	130,5	130,5
33	22,0	141,5	142	141,75
34	20,9	128,5	128,5	128,5
36	19,9	144	144	144
38	20,7	138,5	138,5	138,5
40	21,9	136	136	136
41	18,7	132,5	132,5	132,5
43	20,0	138,5	138	138,25
46	17,9	139	139	139
47	21,4	140	140	140
50	18,2	138	137,5	137,75
52	19,8	129	129	129
56	20,2	132	132	132

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich all jenen danken, die durch ihre Unterstützung zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Insbesondere gilt mein Dank:

Herrn Prof. Dr. H. Pancherz für die Überlassung der interessanten Fragestellung und des Materials und die überaus freundliche, fachkundige und engagierte Betreuung.

Herrn PD Dr. Klingmüller für die Übernahme des Korreferats.

Herrn Bethge für die Unterstützung bei der Erstellung und die unermüdliche Änderung der computerunterstützten Grafiken.

Herrn Dr. Karel Vydra und Herrn Dipl. math. Andreas Faatz für die interessanten Gespräche und die Unterstützung bei statistischen Fragen.

Frau Dipl. oec. troph. Eva Amrhein für die Hilfe beim Ergründen der Geheimnisse von Microsoft-Programmen und Frau TA Susanne Nau für den Beistand bei der Auswertung der Untersuchungsmaterialien.

Vielen Dank auch an die Sekretärinnen Frau Ebert und Frau Gottwald und an Frau Thiemann vom Dekanat.

Nicht zuletzt gilt mein Dank den engagierten Korrekturleserinnen Frau Dr. Britta Hoyer, Frau Dipl. oec. troph. Eva Amrhein und Frau Dr. Ludmila Vydra.

Ein herzliches Dankeschön auch an meine Freunde, die mich während der Erstellung dieser Arbeit und während des Studiums in jeder Weise unterstützt haben.

LEBENS LAUF

Maria Vydra
*18. Februar 1972 in Gießen

Schule

1978 – 1982 Grundschule am Solgraben, Bad Nauheim

1982 – 1991 St. Lioba Gymnasium, Bad Nauheim
Abschluß: Abitur

Tätigkeit vor dem Studium

8/1991 - 4/ 1992 Freiwilliges Soziales Jahr
Haus St.Martin, Ingelheim / Rhein

Studium

4/1992 - 2/1999 Studium der Zahnmedizin
Justus-Liebig-Universität / Gießen

2/1999 - 7/1999 Zahnärztliches Staatsexamen vor dem Prüfungsausschuß
in Gießen

21.7.1999 Erteilung der Approbation als Zahnärztin

Berufstätigkeit

10/1999 - 5/2000 Vorbereitungsassistentin
Zahnarztpraxis Bernd Ohl, Gießen

6/2000 - 7/2001 Vorbereitungsassistentin
Zahnarztpraxis Dr. Ludwig, Brandau / Modautal

seit 8/2001 Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Klinikum der J.W. Goethe-Universität / Frankfurt a.M.
Zentrum der Morphologie